

Grado De Ingeniería Mecánica
2017-2018

Trabajo Fin de Grado

Proyecto De Instalación De Abastecimiento De Agua Y Energía En Una Escuela Rural En Gambia

Ignacio Arena Carrera

Tutor:

Ulpiano Ruiz-Rivas Hernando

Leganés, 16 octubre 2018



[Incluir en el caso del interés de su publicación en el archivo abierto]

Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**

RESUMEN

Este TFG es un estudio previo a la puesta en marcha de un proyecto real. Dicho proyecto se ha llevado a cabo por la ONG Playing en la localidad de Basori, al sur de Gambia y su finalidad ha sido y sigue siendo, **la construcción de una escuela con capacidad de escolarización de 90 alumnos y alumnas de la comunidad**. Su objetivo primordial, dar la posibilidad de progreso a una comunidad que solo ve cubiertas sus necesidades más básicas, sin estar la educación de sus menores entre ellas.

Desde el punto de vista ingenieril, los mayores problemas que se plantean para poder poner en marcha el proyecto, son la total ausencia de agua corriente y sistema eléctrico de ningún tipo.

Basori, por su pasado político ligado con la oposición al régimen de Yahya Jammeh (1994-2016) se encuentra, a día de hoy, aislado de cualquier instalación de corriente eléctrica. La red eléctrica atraviesa la comunidad mediante postes elevados, pero no hay toma en el pueblo, “la electricidad no baja.”

El primero de los tres “grandes Grupos” de este trabajo, es el estudio mediante cálculos y la posterior toma de decisión de como surtir de agua potable a la escuela. Tras es mencionado estudio de los diferentes métodos de extracción de agua, tanto manuales como automáticos, se optó por un sistema de **bombeo solar, formado por una placa fotovoltaica, un controlador y una bomba sumergible de poca profundidad**, que aportara alrededor de 1m³/hora.

Este sistema, ha sido elegido debido a su simplicidad y aunque presente mayor precio, el hecho de estar aislado del circuito principal y necesitar elementos propios, nos garantiza su funcionamiento, aunque haya alguna avería o desperfecto del sistema principal de las placas solares fotovoltaicas.

Por otra parte, se ha estudiado la forma más eficaz de dar energía a nuestra escuela. Ante la única posibilidad de usar un sistema renovable debido a la ausencia de red eléctrica y no ver viable la utilización de grupo diésel, se ha optado por un **sistema fotovoltaico, realizando un estudio de dimensionado de los gastos energéticos requeridos, un estudio de los componentes necesarios para abastecer dicha demanda y un estudio de posicionamiento óptimo de las placas solares** a 15°, evitando así posibles pérdidas por mala colocación y consiguiendo una eficiencia energética máxima de los 15 paneles solares instalados junto a las 24 baterías y demás elementos.

Por último, se estudian una serie de alternativas, destinadas a la reducción del consumo, como pueden ser: Saneamientos secos, cocinas alternativas y demás ideas para ayudar a reducir la demanda de nuestra escuela y mejorar la calidad de vida dentro de ella. Con esto ayudaremos al progreso de los alumnos y de la comunidad hacia un futuro mejor.

PALABRAS CLAVE:

Cooperación, fotovoltaica, bombeo solar, Gambia, Renovables, Tecnologías aplicadas.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo en primer lugar a mi hermano Jorge Muñoz y mis compañeros más acérrimos en esta carrera, ellos saben los que han estado al lado soportando bromas, penurias y alguna que otra alegría.

Agradecer a mi amigo Roberto Gomez por la ayuda en tema jurídico.

Por supuesto a mi familia, la cual sin sus sacrificios esto no podría estar pasando.

A ciertos profesores de esta universidad, por el apoyo y el trato recibido.

Y por último a la gran familia de Playing, sin ellos el viaje a Gambia no podría haber sido realidad. Especialmente a mi “compañera de vida” Sara, a los tres magníficos arquitectos que “me tocó liderar” y al gran Ignacio Pamies, por su enseñanza sobre el País antes del viaje y el apoyo vital durante el mismo.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. MOTIVACIÓN	9
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.3. FASE DE DESARROLLO	11
1.4. MEDIOS EMPLEADOS	12
1.5. MARCO REGULADOR	13
1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	14
2. ONG PLAYING Y SU TRABAJO	15
2.1. DEPORTES	15
2.2. COLES PLAYING - COLES SOLIDARIOS.....	15
2.3. LOCALIZACION Y DEMOGRAFIA DEL PROYECTO	16
2.4. LA ESCUELA DE BASORI.....	16
2.5. TRES PRINCIPIOS PLAYING	16
2.6. APOYO DIPLOMATICO	17
3. GAMBIA Y BASORI.....	18
4. INFORME CLIMÁTICO BRIKAMA	20
4.1. RESUMEN CLIMÁTICO.....	20
4.2. TEMPERATURA	20
4.3. NUBES	22
4.4. NUBOSIDAD Y PRECIPITACIÓN.....	23
4.4. SOL.....	24
4.5. VIENTO	25
4.6. ENERGÍA SOLAR	26
5. METODOS	28
5.1. PROBLEMA HÍDRICO.....	28
5.1.1. ESTUDIO DE EXTRACCIÓN DE AGUA.....	28
5.1.1.1. BOMBAS MANUALES.....	31
5.1.1.1.1. BOMBA DE PISTÓN MALDA	31
5.1.1.1.2. BOMBA MANUAL AFRIDEV.....	31
5.1.1.1.3. BOMBA MANUAL INDIAN MARK.....	33
5.1.1.1.4. BOMBA MANUAL DE MECATE.....	34
5.1.1.2. BOMBAS AUTOMÁTICAS	35
5.1.1.2.1 BOMBA CENTRÍFUGA DE SUPERFICIE.	35
5.1.1.2.2. BOMBA SUMERGIBLE PARA POZOS POCO PROFUNDOS.....	36
5.1.1.2.3 BOMBAS SUMEGIBLES PARA POZOS PROFUNDOS.....	37

5.1.2. BOMBEO SOLAR.....	37
5.1.2.1. ALTURA DE IMPULSIÓN DEL AGUA.	38
5.1.2.2. CANTIDAD DIARIA DE AGUA	39
5.1.2.3 COMPONENTES DEL BOMBEO SOLAR.....	40
5.1.2.3.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO	40
5.1.2.3.2 BATERIAS	41
5.1.2.3.3 CONTROLADOR, INVERSOR Y CONVERTIDOR.....	42
5.1.2.3.4 MOTOR	42
5.2. PROBLEMA ELECTRICO.....	42
5.2.1. ENERGÍAS RENOVABLES	42
5.2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y SUS CONCEPTOS	47
6. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS	53
6.1. LAMPARA MOSER.....	53
6.2. BAÑOS SECOS.....	55
7. RESULTADOS.....	59
7.1. RESULTADOS HIDRICOS.....	59
7.2. RESULTADOS ENERGÉTICOS	60
7.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS	64
8. CONCLUSIONES.....	71
9. ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO.....	73
9.1. PRESUPUESTO PROYECTO	73
9.2. GASTOS REALIZACIÓN TFG.....	77
10. MARCO REGULADOR	78
11. BIBLIOGRAFIA.....	80
12. ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS.....	100
13. ANEXO 2. FOTOS PROPIAS DEL PROYECTO.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo Aplicación Cálculos Solares Fundación EKI.....	13
Figura 2: Logo Fundación EKI [38]	13
Figura 3:Torneo Voley UCM [34].....	15
Figura 4:Grupo Humano Playing [39]	17
Figura 5:Mapa Situación Basori [9]	18
Figura 6:Alumnos Playing [8].....	19
Figura 7: Rugosidades de los Materiales [31]	30
Figura 8: Bomba de Pistón Malda	31
Figura 9: Bomba Manual Afridev [6]	32
Figura 10: Bomba Indian Mark III [33].....	33
Figura 11: Esquema Bomba de Mecate [36]	34
Figura 12: Bomba centrífuga de Superficie. [22].....	36
Figura 13: Bomba sumergible Poca Profundidad [15]	36
Figura 14:Ejemplo Bombeo Solar [18].....	38
Figura 15: Esquema Altura de Impulsión [27]	39
Figura 16: Esquema Instalación Bombeo Solar [20].....	40
Figura 17: Modulo solar UC3M	41
Figura 18: Isatou y Fatou jugando con la cámara	43
Figura 19:Generador de energía mediante olas. [13]	46
Figura 20: Central Geotérmica de Nesjavellir, Islandia. [21].....	47
Figura 21: Efecto Fotoeléctrico [40]	47
Figura 22:Esquema Funcionamiento y Célula Fotovoltaica	48
Figura 23: Declinación [30].....	49
Figura 24:Folleto Fabricación de Lampara Moser [1]	55
Figura 25:Esquema de Separación en Baños Secos [45]	56
Figura 26:Esquema Baño Seco [45]	57
Figura 27:Esqueme Partes de un Baño Seco Con Doble Cámara. [45].....	58
Figura 28:Curvas Características de la Bomba [48]	64
Figura 29:Datos Técnicos del Controlador PS2-150 e Imagen de Bomba y Controlador [48]	65
Figura 30:Datos Técnicos de Bomba [48].....	65
Figura 31:Dry Run Proteccion y Water Level Detection [48]	66
Figura 32: Esquema completo de instalación Bombeo Solar [48]	68
Figura 33: Victron Easysolar 48/3000 con Esquema Eléctrico [48].....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla Resumen del Clima [26]	20
Tabla 2: Tabla de Temperatura Máxima y Mínima Promedio. [10]	20
Tabla 3: Temperatura Promedio Por Hora [28]	21
Tabla 4: Leyenda de Temperatura Promedio	21
Tabla 5: Nubosidad [19]	22
Tabla 6: Probabilidad de Precipitación [32]	23
Tabla 7: Precipitación mensual promedio [11]	24
Tabla 8: Horas de Luz Natural [3]	24
Tabla 9: Horas de Salida y Puesta del Sol [5]	25
Tabla 10: Velocidad Promedio del Viento [4]	26
Tabla 11: Dirección del Viento [25]	26
Tabla 12: Energía Solar Incidente [16]	27
Tabla 13: Parámetros y ecuaciones fundamentales	29
Tabla 14: Datos Técnicos Bomba de Pistón Malda	31
Tabla 15: Datos Técnicos Bomba Manual Afridev	32
Tabla 16: Datos Técnicos Bomba Indian Mark	33
Tabla 17: Datos Técnicos Bomba de Mecate	34
Tabla 18: Ensayo Caudal frente a Rendimiento de diferentes bombas [12]	35
Tabla 19: Necesidades Medias de Consumo de Agua en el Hogar [35]	40
Tabla 20: Diferencias y Características Células Fotovoltaicas [37]	48
Tabla 21: Características de Bombeo	59
Tabla 22: Resultados Cálculos de Bombeo	59
Tabla 23: Consumos	60
Tabla 24: Día del Año	61
Tabla 25: Declinación	61
Tabla 26: Elevación	61
Tabla 27: Inclinación	62
Tabla 28: Irradiación Global Horizontal	62
Tabla 29: Irradiación Global Óptima	63
Tabla 30: Factor de Radiación	63
Tabla 31: Horas de Sol Pico por Día	63
Tabla 32: Aporte de la Bomba Según Mes Del Año [48]	66
Tabla 33: Caudal Día Medio (marzo) [48]	67
Tabla 34: Datos Técnicos Eldora [49]	69
Tabla 35: Datos Técnicos Baterías Vesna [50]	69
Tabla 36: Gastos Realizados en España	76
Tabla 37: Gastos Realizados en Gambia	76
Tabla 38: Gastos Viaje	77

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

Como ya es sabido, en la actualidad, el acceso a la energía en todas las partes del mundo es una prioridad clave. Sin el acceso a energía, los países están privados de su avance y la prosperidad de sus economías se ve mermada.

Por desgracia, a día de hoy se está muy lejos de conseguir materializar este objetivo. Más de 1.200 millones de personas viven inmersas en una **gran pobreza energética**. Este gran número, es uno de los obstáculos claves para el avance hacia los objetivos del Desarrollo Sostenible marcados para el 2030. Estos objetivos, nacidos en el año 2015, tras vencer los objetivos del milenio, comprometen a los países a trabajar para la eliminación de los grandes problemas de la humanidad en la actualidad. [2] [17]

Tristemente, el acceso a la electricidad en muchos de los países africanos es pésimo. Muchas comunidades no poseen corriente eléctrica y las que cuentan con la enorme suerte de tener acceso a esta electricidad, tienen cortes eléctricos muy repetidos, impidiendo hacer una vida completamente normal.

La generación de esta poca electricidad existente, está centrada en una serie de países que venden esa energía. Esto, obliga a los demás a tener tratados comerciales abiertos con dichos países, impidiendo su completo desarrollo.

El auge y crecida de las energías renovables y su abaratamiento, está dando un rayo de esperanza a estos países, que ven en este tipo de energías una puerta abierta, a expensas de financiación.

En el continente africano hay muchos factores que impiden el desarrollo energético, como pueden ser:

La **falta de infraestructuras** adecuadas. Impidiendo la explotación del potencial económico que podría tener el continente. Otro de los grandes factores es la **falta de financiación** para el desarrollo de las regiones más pobres. La gran oportunidad de las energías renovables, a pesar de ser baratas, requiere una serie de grandes inversiones que estudios marcan entre los 33 y los 63 millones de dólares anuales. Estas cifras están enormemente alejadas de las inversiones medias de 12 millones de dólares que se han realizado en el continente africano en los últimos 10 años. [7]

Si a esto se le suman factores como la **falta de un marco institucional** de referencia y un **modelo comercial obsoleto**, se ve que faltan muchos pasos para el acceso a una energía digna.

¿Y GAMBIA?

Tras la salida del régimen dictatorial en 2016, el gobierno de Adama Barrow tiene como uno de sus principales objetivos el suministro de una energía asequible, eficiente y ecológicamente sostenible para el país.

Uno de los objetivos del gobierno, es el aumento de la capacidad de generación, que a día de hoy es deficiente para satisfacer la demanda del pueblo gambiano, estimada actualmente entre los 15MW y los 30MW. Para conseguir que este fin se haga realidad, el gobierno busca asociarse con entidades extranjeras.

Otro de los objetivos, es mejorar el estado de la red eléctrica de distribución, la cual traduce su mal estado en pérdidas cuantiosas que rondan el 40%. Mejorando este problema, se aumentaría la eficiencia, lo que reduciría el coste de la energía

En general, el nuevo gobierno gambiano intenta fomentar las energías renovables de todo tipo, ya sea eólica, biomasa, fotovoltaica etc . Incluso se ha creado un Centro de Energías Renovables de Gambia que busca la colaboración con empresas, individuos y organizaciones que estén interesadas.

Por este motivo, se ha optado desde la ONG por elegir las energías renovables y dentro de estas, la energía solar para conseguir tener una disposición completa de energía para diferenciar la escuela Playing con el resto de educación gambiana.

El ímpetu del nuevo gobierno en el uso de renovables junto a que la situación de Gambia proporciona días soleados la gran parte del año, hizo estar convencidos a todos los miembros de que esta era la opción correcta.

1.2. OBJETIVOS

Las necesidades del colegio están muy claras. Por un lado, hace falta energía para poder utilizar equipos que ayuden en la educación de los niños y que ayuden a su comodidad, como una iluminación digna en el interior de las aulas.

Por otra parte, esa energía es necesaria para el funcionamiento de la bomba sumergible que aportará agua desde el pozo recién construido.

El objeto principal de este trabajo es la realización de los estudios necesarios para la buena instalación y la búsqueda de la eficiencia máxima de cada uno de los componentes.

Se realiza un estudio de consumos necesarios para el correcto funcionamiento de la escuela, con el posterior estudio de los componentes necesarios para generar esa cantidad de energía gracias a la energía solar, y su posterior almacenamiento, con un mínimo de dos días de reserva energética.

Para ello, aparte del estudio de consumos, se hace un estudio de colocación idónea de placas fotovoltaicas para conseguir la generación idónea de energía, un estudio de elección de componentes, y un estudio climatológico, que ayudará a saber con conocimiento de causa, si las distintas decisiones tomadas favorecen las soluciones idóneas.

Con estos estudios realizados, se han podido cerrar presupuestos y compras del sistema eléctrico.

En la parte hídrica, se ha realizado un estudio de localización de pozo, realizado in situ en el terreno. Un estudio de bomba, para saber con qué bomba se puede solucionar el problema, teniendo en cuenta características de bombeo y precio final de la instalación.

Y, por último, ante la compleja situación encontrada, se ha querido buscar una serie de alternativas relacionadas con tecnologías aplicadas, para una posible bajada del consumo, tanto de recurso hídrico como energético.

Con todo esto nombrado, la dificultad de este trabajo y de su puesta en marcha es más complejo de lo que realmente se puede expresar. El objetivo principal es aumentar las capacidades de Basori, una pequeña comunidad, aumentando así su grado de libertad gracias tanto a estas tecnologías, como a la construcción de la escuela

En todo momento respetando la cultura, la naturaleza, las normas de la comunidad y sin olvidar el respeto hacia las otras comunidades limítrofes y generaciones futuras, evitando así riesgos medioambientales que puedan sufrir en periodos futuros.

1.3. FASE DE DESARROLLO

Los inicios de este proyecto arrancan antes de meterse entre libros y artículos. Lo primero de todo fue sentarse con los demás responsables de la ONG para trazar una estrategia que se adaptara a las necesidades básicas del proyecto a realizar. Para ello se estudiaron las medidas y las políticas que estaba tomando el gobierno gambiano respecto a este tipo de energías. Con la ayuda de nuestros colaboradores gambianos: Batuwo Fatty y Bambo.

Una vez decidida la utilización de la energía renovable, tanto para conseguir electricidad como para elevar el agua hasta el depósito elevado, se empezó una búsqueda de información más minuciosa sobre temas menos desarrollados en el grado.

Se ha realizado una búsqueda en incontables artículos sobre renovables para reconocer las energías, las formas de generación de energía sostenible más usado en países africanos y conocer datos y formas de funcionamiento específicas.

Posteriormente se han utilizado numerosos artículos, videos y demás fuentes de información más especializadas sobre la generación de energía mediante placas fotovoltaicas. Esto permitió conocer el efecto fotovoltaico con el que se genera la energía, los conceptos eléctricos requeridos para este proceso, conceptos básicos sobre la colocación y agrupación de placas solares y demás necesidades de los sistemas solares aislados de la red eléctrica.

Una vez aprendido el funcionamiento de la generación energética, era necesario aprender a realizar cálculos de consumo, orientación de placas solares y saber que elementos se necesitaban para diseñar una instalación eléctrica, teniendo que aprender el funcionamiento de cada uno de los elementos.

A la vez que se estudiaba el tema eléctrico, se han estudiado diferentes formas de obtener un recurso básico como es el agua. Este estudio se basó en el conocimiento de diferentes bombas manuales usadas en este tipo de comunidades y las diferentes bombas automáticas que entraban dentro de las posibilidades a usar en el proyecto. Esta parte del trabajo concluyo con la decisión de las bombas automáticas frente a las demás, mediante la comparación de prestaciones, presupuesto y beneficios,

Las dos últimas etapas de este proyecto han sido: El aprendizaje de hablar y negociar con diferentes proveedores y colaboradores, tanto españoles como gambianos y el posterior viaje a Gambia para hacer realidad la instalación en la “Basori Playing Nursery School.”

1.4. MEDIOS EMPLEADOS

Los medios empleados para la realización de este proyecto son varios:

Por una parte, la búsqueda de información ha sido realizada en su mayor parte por páginas y artículos mediante internet. Usando en menor medida libros de electricidad e instalaciones eléctricas en el tercer mundo o el software de Weather Spark por ejemplo para el informe climático.

Los cálculos de la parte eléctrica se han realizado mediante los apuntes facilitados por diversos profesores de la UC3M con los que se ha hecho un estudio previo sobre los consumos y las diferentes necesidades para la generación óptima de la energía como pueden ser la inclinación y la direccionalidad más adecuada. Posteriormente se utilizaron tres recursos automáticos para volver a realizar los cálculos. El software de CalculationSolar.com, una hoja de Excel facilitada por la Fundación EKI que nos han ayudado y asesorado en la realización del proyecto, y, por último, la aplicación para Android “Solarpe”, desarrollada por la Universidad Laboral de Toledo, instituto donde cursé mis estudios de secundaria y bachillerato.

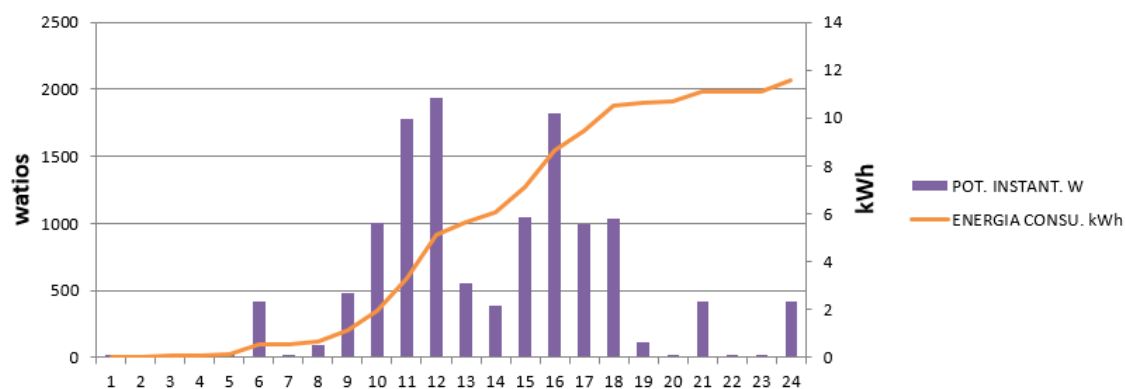


Figura 1: Ejemplo Aplicación Cálculos Solares Fundación EKI

La elección de los equipos fue asesorada por Fundación EKI tras una reunión y visita a la Feria Genera (Energías renovables, biomasa y energía solar térmica) donde se trató con proveedores dedicados tanto a placas fotovoltaicas como a bombeo solar.

Para la parte de bombeo, se han usado los apuntes proporcionados en las asignaturas pasadas y por el tutor del TFG para realizar los cálculos con lo que elegir la instalación necesaria. Y el libro de Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Ronald V. Giles [51] para completar.



Figura 2: Logo Fundación EKI [38]

1.5. MARCO REGULADOR

Debido a la inexistencia de normativa referente a energías renovables, se han tenido en cuenta las diferentes normativas que si tendrían cabida en el ámbito de la Unión Europea. Se exponen en epígrafe aparte todas las normativas.

1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El trabajo tendrá la siguiente organización:

En primer lugar, tras esta introducción, se puede encontrar un epígrafe titulado **ONG Playing y su Trabajo**, en el que se resume brevemente el trabajo que desempeña la entidad tanto en el ámbito nacional, como una vez llevados los frutos de tanto esfuerzo a África.

Seguido a esto, es necesario ponerse en contexto con la situación del país y por eso está presente un epígrafe denominado **Gambia y Basori** en el que se explica la situación vivida y la que vive Gambia en estos momentos.

En cuarto lugar, se encuentra un **Informe Climático** realizado en Brikama, la ciudad más cercana a la comunidad de Basori. En este estudio se pueden ver de forma resumida las principales características de la zona en relación a lo que al trabajo interesa, como puede ser la nubosidad y la energía solar que tiene la zona o un estudio sobre las temperaturas medias y dirección del viento que fueron utilizados para la colocación del colegio.

Seguido a este, encontramos la parte de **Métodos** en la que se explican con mayor extensión todos los aspectos a tratar en el TFG. Se divide en parte hídrico y energética. En la primera se explica el cómo se consigue sacar agua del pozo situado en la escuela, con una explicación de todas las bombas posibles a colocar y los conceptos necesarios para entender los cálculos expuestos en el epígrafe de Cálculos.

También se explica el bombeo solar y los elementos que tienen que tener este tipo de instalaciones.

En la parte eléctrica se explican las diferentes energías renovables que hay y en más profundidad se explican conceptos de la energía fotovoltaica.

En el sexto epígrafe, se explican dos **Alternativas Tecnológicas** que pueden aplicarse en este tipo de instalaciones y se han intentado llevar a cabo en Basori.

Para cerrar el trabajo se pueden encontrar los epígrafes de **Resultados**, las **conclusiones**, el **estudio Socio – Económico**, en el cual se exponen todos los presupuestos realizados en el TFG y las ganancias que tiene el pueblo y un **Marco Regulatorio** donde se expresan las normativas a las que se acogen los diferentes elementos de las instalaciones.

2. ONG PLAYING Y SU TRABAJO

Playing es una ONG diferente dedicada a organizar eventos deportivos en España. Los beneficios obtenidos son invertidos en la creación de proyectos educativos en países en vías de desarrollo bajo un peculiar eslogan, **"Tu Juegas, Todos Ganan"**

2.1. DEPORTES

Se encarga de sacar adelante eventos organizados junto a clubes o federaciones. Estos eventos, están pensados para jugadores y jugadoras de todas las categorías durante un día o un fin de semana. Las instalaciones son cedidas por los propios clubes sin ningún coste económico y de forma desinteresada, por el bien de los jugadores y el proyecto.

Dichos clubes colaboran en la difusión del evento y lo promueve intensivamente entre sus redes de contacto deportivos.

Actualmente Playing está inmerso en deportes como: Vóley, fútbol 7, pádel, balonmano, baloncesto y rugby.



Figura 3: Torneo Voley UCM [34]

2.2. COLES PLAYING - COLES SOLIDARIOS

En la ONG del deporte se juega para crear proyectos educativos en países en vías de desarrollo. Por tanto, los colegios de España, tienen un rol fundamental en el proyecto: “Implicar a sus alumnos a que sean agentes del cambio y se unan a esta labor social”.

Playing tiene su origen en 2012, cuando los fundadores se encontraban en primero de bachillerato y organizaron un torneo para financiar un viaje de fin de curso. Este torneo fue un éxito y se convirtió en benéfico al año siguiente. Paso a paso, ese torneo se ha convertido en la ONG del deporte que conocemos hoy.

Es por esto que la ONG transmite su historia, sus valores y sus experiencias a los que hoy en día tienen las edades de los fundadores cuando empezó todo. Desde la ONG simplemente se anima a los jóvenes a que vuelen por si solos con sus ideas.

2.3. LOCALIZACION Y DEMOGRAFIA DEL PROYECTO

El primer proyecto educativo de la ONG será construido en Basorí. Comunidad inmersa en la Gambia rural, al Oeste del país. Tiene actualmente una población cercana a los 5000 habitantes, de los cuales, aproximadamente 3500 son menores de 18 años. De esos 3500, más de 2500 jóvenes no tienen acceso a una educación, a priori se supone, obligatoria en Gambia, por falta de recursos.

2.4. LA ESCUELA DE BASORI.

El proyecto de Basori consiste en la creación de una nursery, con la que la ONG Playing intenta reducir la brecha educativa desde el inicio, desde los primeros años de infancia.

El complejo estará formado por tres aulas de educación infantil destinadas a la educación de niños y niñas de 4 a 7 años, una pastilla de baños completamente adaptados y un almacén polivalente a finales de septiembre del 2018.

Posteriormente se construirán 3 clases más de nursery y 6 clases de primaria construidas a dos alturas. Aparte de esto, los servicios que necesitan, como un mayor número de baños, despachos, sala de material y pistas deportivas.

La primera fase del centro tendrá capacidad para 90 alumnos de 4 a 7 años, apoyados y guiados por profesores locales. Hasta los 360 alumnos de todas las edades al final de todas las ampliaciones.

2.5. TRES PRINCIPIOS PLAYING

Cooperación: La comunidad está dispuesta a trabajar mano a mano junto al proyecto, no a que se le dé todo hecho, ya que al recibir algo gratis se distorsiona el verdadero valor de las cosas. Playing realiza un proyecto en Gambia con gambianos y para gambianos, la implicación de ambas partes es necesaria e imprescindible.

Cesión del terreno: Una de las claves del proyecto es la cesión del terreno por parte de la comunidad. Dicho terreno tiene una superficie similar a de una pista de atletismo.

Voluntarios: Cada familia beneficiada con que su hijo comience su formación en la escuela, aportará un voluntario al menos un día a la semana para la realización de trabajos no cualificados de apoyos a los albañiles profesionales.

2.6. APOYO DIPLOMATICO

A pesar de la juventud media de los integrantes de Playing, los avances en relaciones internacionales son uno de los puntos fuertes. Hasta el momento se cuenta con el apoyo del Embajador británico en Gambia, el cónsul de España en Gambia y especial relación con el embajador gambiano es España. Estos contactos aportan su apoyo, colaboración y asesoramiento.



Figura 4:Grupo Humano Playing [39]

3. GAMBIA Y BASORI

La Republica de Gambia se encuentra en el área subsahariana, limitando únicamente de forma geográfica con Senegal en todas sus fronteras terrestres y con el océano Atlántico por su vertiente occidental como se puede observar en la Figura 5.



Figura 5: Mapa Situación Basori [9]

Esta posición geográfica siempre ha mantenido a Gambia en una tesitura de dependencia constante de su vecino Senegal, manteniendo con este país numerosos tratados de comercio firmados. Esta relación llega hasta el punto en el que estuvo confederado entre los años 1982 y 1989.

En la actualidad, a día de hoy y tras un reciente cambio político en el que el papel de mediador por parte de Senegal fue mayúsculo, hay quienes apuestan por la posibilidad de unirse de nuevo, aunque por ahora, es una posibilidad lejana.

Gambia es el país más pequeño del continente africano con sus 11.300Km² de superficie, equiparable a los 11.313km² de la Región de Murcia. Los dos países que les siguen son Suazilandia y Yibuti.

Con una población que está ligeramente por encima de los 1.9 millones de habitantes, el país africano tiene una tasa de natalidad del 39.99% lo cual nos indica que su población irá creciendo sustancialmente con el paso de los años y la mejora de las condiciones.

Así mismo, según el Banco Mundial, Gambia en el año 2015 poseía un PIB total de alrededor de mil millones de dólares, lo que hace un PIB per cápita de aproximadamente 460 dólares, en comparación con los más de 26.500 de España o los 958 dólares per cápita de su vecino Senegal.

Si interpretamos estos datos, podemos tomar a Gambia como un país poco desarrollado, que además tiene unas deudas que ascienden al 120% de su PIB actual aproximadamente.

Centrando la vista más en sus gentes, el idioma oficial es el inglés por su pasado colonial, aunque los idiomas de sus grupos étnicos son los que se usan en el día a día. Idiomas como el Mandinka, el wolof o el jola son los más usados dentro de sus muchas variantes. Se calcula que el 94% de los gambiaños profesan la religión musulmana, siendo el islam la religión oficial del país, el 4% son cristianos y un 2% de creencias diversas. [14]

La comunidad de Basori es una pequeña comunidad en la parte sur del río Gambia, a unos 15 km de Brikama, la segunda mayor ciudad del país. El pueblo está dividido por una de las carreteras principales de Gambia, ya que es la que une con la frontera con Senegal.

La población está formada por unos 5000 habitantes, de los cuales la mayor parte son menores de 18.



Figura 6:Alumnos Playing [8]

4. INFORME CLIMÁTICO BRIKAMA

4.1. RESUMEN CLIMÁTICO.

- La temporada de lluvias comprende los meses de Julio, agosto y septiembre, teniendo grandes precipitaciones y gran porcentaje de días nublados.
- La temporada seca comprende el resto de los meses y tiene raras lluvias, con altas humedades y nubes.
- Temperaturas altas durante todo el año. La temperatura suele variar entre los 18 °C y los 34 °C. Rara vez baja de los 15°C y sube de los 38°C.

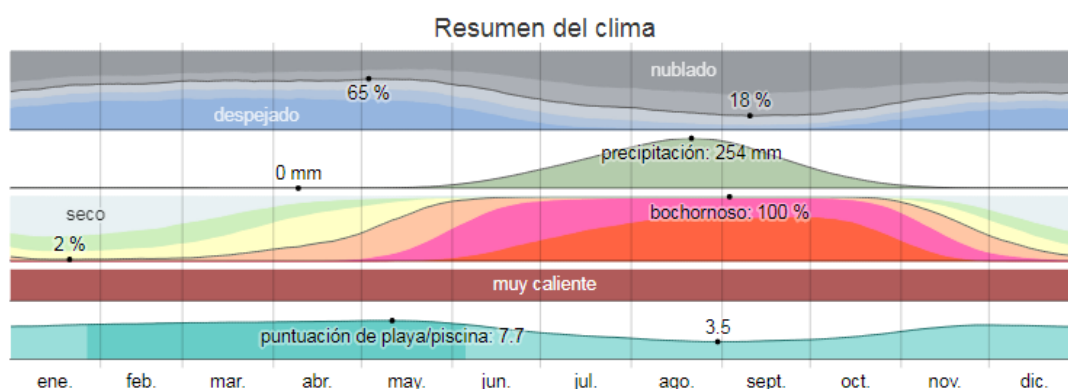


Tabla 1: Tabla Resumen del Clima [26]

4.2. TEMPERATURA

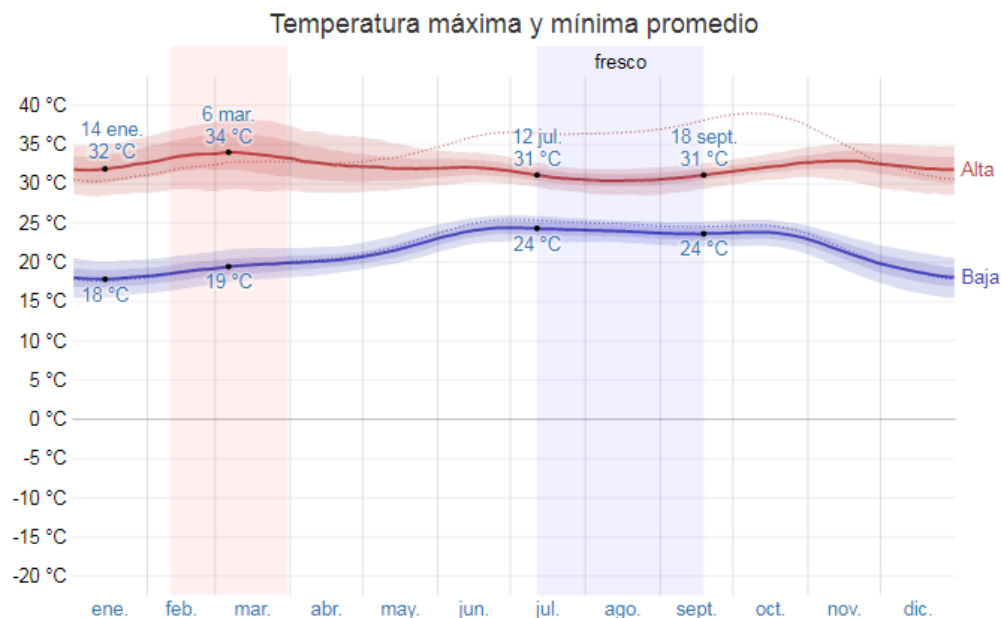


Tabla 2: Tabla de Temperatura Máxima y Mínima Promedio. [10]

En la Tabla 2 se aprecia la media de temperaturas anuales, diferenciando una temporada cálida, marcada en rojo, y una temporada fría, marcada en azul.

La temporada cálida dura alrededor de mes y medio, del 10 de febrero al 30 de marzo. Con una temperatura máxima promedio del 33°C.

Según los datos encontrados, el día más caluroso del año es el 6 de marzo con una temperatura máxima promedio de 34°C y una mínima promedio de 19°C.

La temporada Fría dura alrededor de dos meses, del 12 de Julio al 18 de septiembre. En este periodo la temperatura máxima promedio es de 31°C.

El día más frio del año lo vemos el 14 de enero (fuera de la temporada fría). Temperatura mínima promedio de 18°C y una máxima de 32°C.

A continuación, se expone la Tabla 3 en la que se comparan las diferentes temperaturas promedio según horas, distribuidas por todo el año.

En el eje vertical se presentan los días del año y en el eje vertical la hora del día. Los diferentes colores representan la temperatura según día y hora.

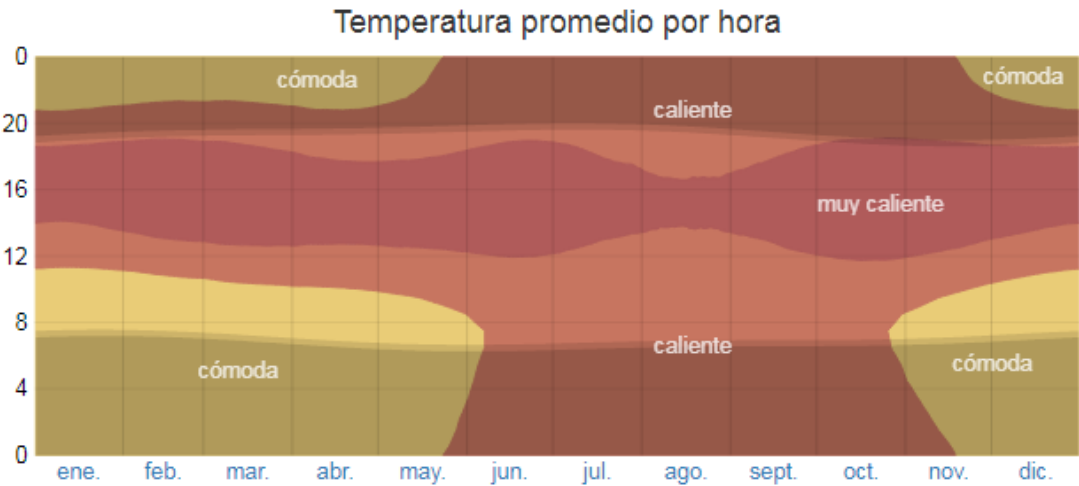


Tabla 3: Temperatura Promedio Por Hora [28]

FRANJA	TEMPERATURA
Cómoda	18°C – 24°C
Caliente	24°C – 29°C
Muy Caliente	29°C – 35°C
Sombreado	Noche
Sin Sombrear	Día

Tabla 4: Leyenda de Temperatura Promedio

Tutepec en México (8.811 kilómetros de distancia), Mingoyo en Tanzania (6.739 kilómetros) y Antsohimbondrona en la isla de Madagascar (7.798 kilómetros) son los lugares del mundo con temperaturas más similares a Brikama fuera de su zona.

4.3. NUBES

Como muestra la Tabla 5, en la zona de Basori el promedio de nubosidad se puede considerar alto durante el transcurso del año.

La temporada de nubes aproximadamente comienza el 26 de junio y termina sobre el 13 de noviembre. Con una duración de aproximadamente cuatro meses y medio.

Según los datos, el día 10 de septiembre se presenta el día más nublado del año, con un 82% del tiempo completamente nublado y un 18% parcialmente nublado o despejado.

La temporada más despejada del año comienza alrededor del 13 de noviembre, terminando el 26 de junio. Durando así unos siete meses y medio.

El día más despejado del año es el 3 de mayo, en el que el 65% del tiempo se encuentra el cielo despejado o parcialmente nublado. El otro 35% está mayoritariamente nublado.

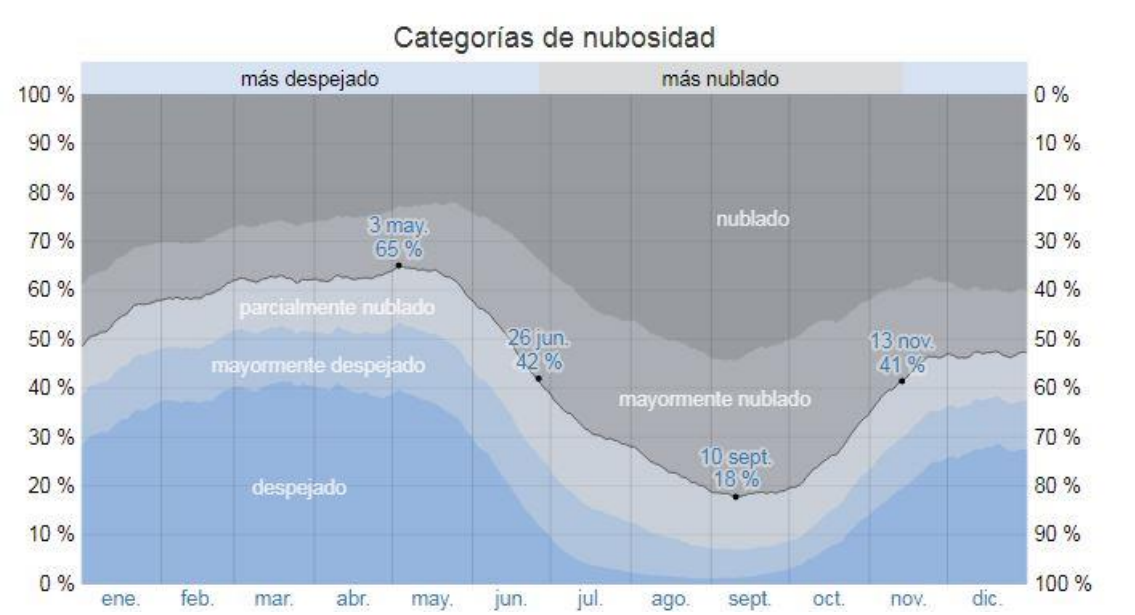


Tabla 5: Nubosidad [19]

4.4. NUBOSIDAD Y PRECIPITACIÓN

La probabilidad de tener un día húmedo varía de forma drástica durante el año. Consideraremos un día húmedo o mojado cuando el día tenga por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación.

La temporada húmeda dura tres meses, del 1 de Julio al 5 de octubre. En estas fechas las probabilidades de lluvia en el día son de alrededor del 40%. El 27 de agosto se tiene alrededor del 81% de probabilidades de lluvia.

Por el contrario, como se puede observar en la Tabla 6, la temporada seca que dura los 9 meses restantes en la que las precipitaciones son prácticamente nulas.



Tabla 6: Probabilidad de Precipitación [32]

Centrando los datos solamente en la lluvia, se desglosa a continuación los resultados de las precipitaciones.

La temporada de lluvias comprende aproximadamente del 29 de mayo al 2 de noviembre. El intervalo de precipitaciones es muy amplio en este periodo. El menor promedio de precipitaciones se establece en 13 milímetros. En cambio, el 21 de agosto los valores de lluvia alcanzan valores de 254 milímetros, siendo este la máxima.

El periodo sin lluvias dura los restantes 8 meses e igual al genérico de precipitaciones. Este periodo se caracteriza por valores de 0 milímetros o muy cercanas.

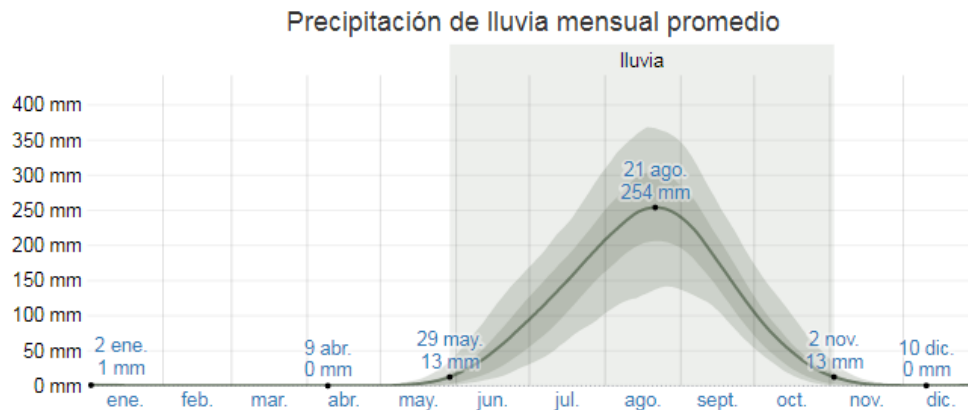


Tabla 7: Precipitación mensual promedio [11]

4.4. SOL

En Brikama, la ciudad más cercana a Basori, las horas de sol durante el día son de elevado número de horas y con poca variación al cabo del año como se puede observar en la Tabla 8. El día más corto del año es el 21 de diciembre con 11 horas y 21 minutos de luz solar, mientras que, en el otro extremo, el 21 de junio con 12 horas y 55 minutos de luz natural.

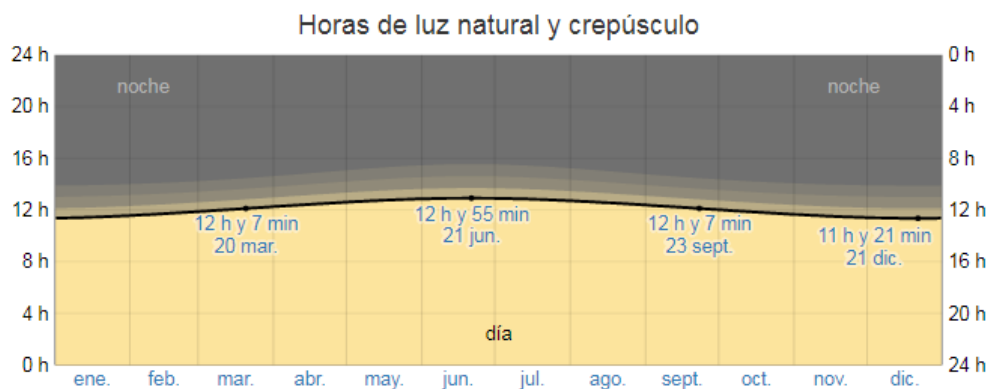


Tabla 8: Horas de Luz Natural [3]

En este estudio también se presentan en la Tabla 9, los datos sobre las horas de salida y puesta del sol durante todo el año.

Al encontrarse muy cerca del ecuador, las salidas y las puestas del sol son muy veloces, lo que hace que la mayor parte del día el sol sea muy vertical.

El día 1 de junio es la salida del sol más temprana 6:38 y la más tardía a las 7:33 el 24 de enero, 55 minutos más tarde. Por el contrario, la puesta de sol más temprana se da el 20 de noviembre a las 18:36 frente a la más tardía que se da el 10 de Julio a las 19:37.

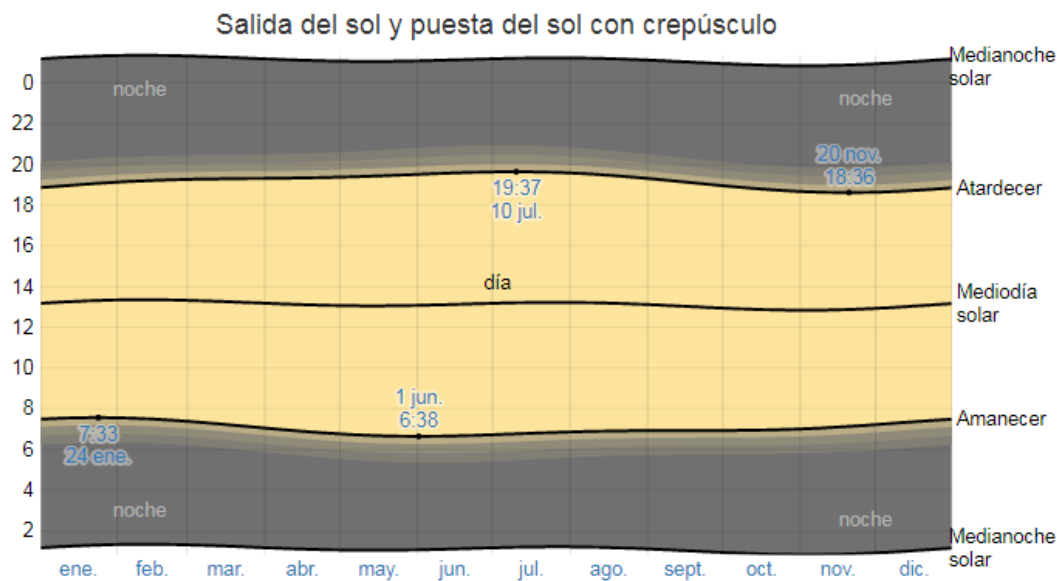


Tabla 9: Horas de Salida y Puesta del Sol [5]

4.5. VIENTO

En este apartado, se estudia el viento que presentan los alrededores de nuestra ubicación, medido a 10 metros de altura. El viento depende de la topografía local, la cual es prácticamente plana. Este estudio nos es clave para estudiar la orientación de la escuela.

En un radio de 3Km del centro de Brikama, se haya un cambio máximo de altura de 30 metros positivos con una altitud media de 26 msnm. En 16 Km hay una variación máxima de 49 metros y con un radio de 80km se encuentra una altitud máxima de apenas 74 metros.

Al igual que con los demás datos referidos, se puede diferenciar entre época poco ventosa y más ventosa.

La época más ventosa comprende ocho meses y medio. De principio de diciembre hasta mediados de agosto. La velocidad promedio del viento es de 10.7 km/h. El día más ventoso lo encontramos el 8 de abril con 13.4 km/h.

La época menos ventosa dura alrededor de 3.5 meses y comprende desde mediados de agosto hasta primeros de diciembre. El día más calmado del año es el 9 de octubre con 8.1 km/h.

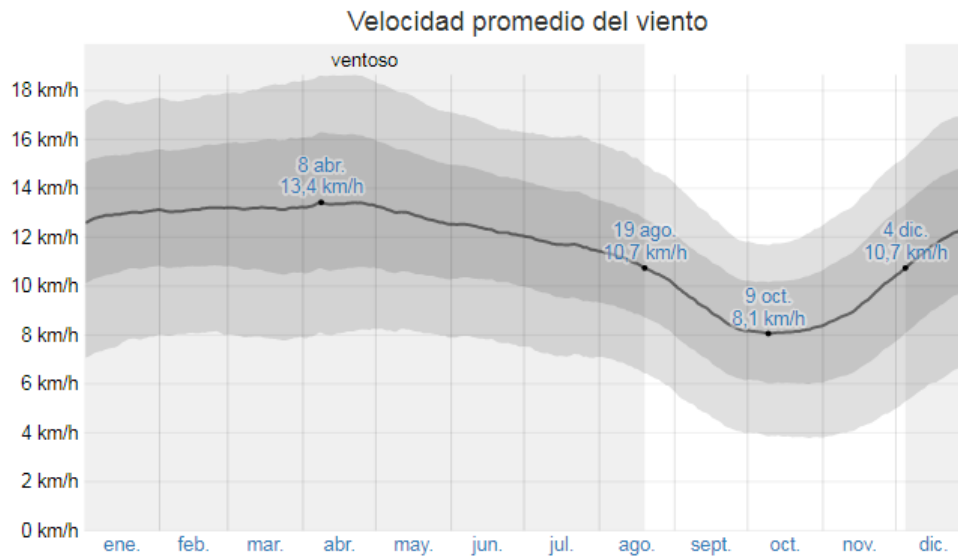


Tabla 10: Velocidad Promedio del Viento [4]

Estudiando la dirección del viento, los más predominantes son vientos procedentes del oeste y del norte como se puede apreciar en la Tabla 11 presentada a continuación. Durante 5,7 meses domina el viento procedente del oeste mientras el resto del año, los 6.3 meses restantes domina el viento que proviene del norte.

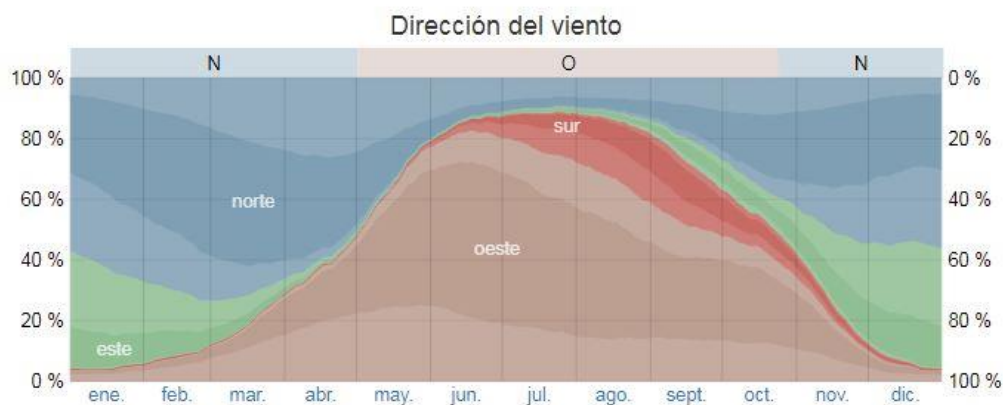


Tabla 11: Dirección del Viento [25]

4.6. ENERGÍA SOLAR

Este apartado presenta de forma resumida y simplificada la energía solar incidente a diario. Estará desarrollado de forma extendida en los cálculos necesarios para la utilización de **placas solares**.

Para estas medidas se tiene en cuenta la duración de los días, la posición del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes entre otros elementos atmosféricos. En estas medidas están incluidas la luz visible y la radiación ultravioleta.

Esta energía solar de onda corta promedio que incide en la superficie, varía levemente durante el transcurso del año.

El periodo en el que es medida mayor cantidad de energía incidente, comprende entre el 4 de marzo y el 29 de mayo. En estas fechas, la energía de onda corta incidente promedio diaria superior a 6.5 kWh por metro cuadrado. El día “más resplandeciente” es el 13 de abril con 7.1 kWh por metro cuadrado de media.

Por el contrario, el periodo más oscuro está comprendido entre el 21 de julio y el 4 de noviembre con una incidencia media de 4.8 kWh. Según los datos, el día más oscuro del año es el 28 de septiembre con 4.2 kWh por metro cuadrado. Todos estos datos han sido sacados de la Tabla 12 presentada a continuación.

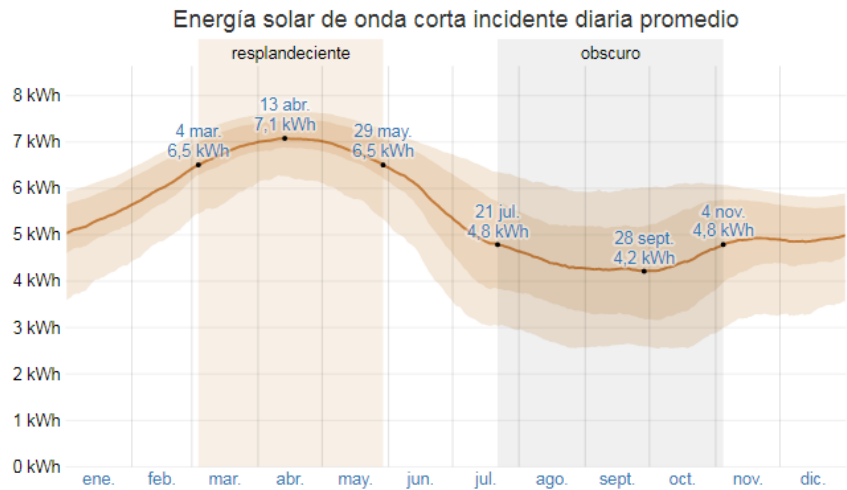


Tabla 12: Energía Solar Incidente [16]

5. METODOS

En este quinto apartado se explican los conceptos teóricos que son imprescindibles para el entendimiento de diferentes partes del trabajo.

En él, se exponen diferentes tipos de bombas hidráulicas y de energías renovables. Así como una breve explicación de generación de energía en placas fotovoltaicas y cálculos teóricos con los que posteriormente se hará la resolución de los problemas del proyecto.

Este apartado se dividirá en “Problema energético” y “Problema Hídrico”.

5.1. PROBLEMA HÍDRICO.

El agua en una escuela es algo que no puede faltar, por lo cual es una necesidad básica durante todos los meses del año que el colegio permanece abierto. Esto es de septiembre hasta mediados de Julio en la actualidad, pero sin descartar la necesidad de usar las instalaciones para actividades en los meses restantes. Por eso mismo, se tendrá una necesidad continua de agua.

Se estima un gasto de 25 L/Día por las aproximadas 100 personas entre alumnos y profesores que haya en la escuela. Así que se habla de aproximadamente 2500 L al día, que serán destinadas al consumo humano y a actividades de huerto.

5.1.1. ESTUDIO DE EXTRACCIÓN DE AGUA

En el colegio Basori Playing Nursery School se ha construido durante este verano un pozo excavado a mano para la extracción de agua. Este pozo tiene unas características de 120cm de diámetro por aproximadamente 10 metros de profundidad, aunque empezó a encontrarse agua a unos 8.30 metros de la superficie el día 28 Julio del 2018, temporada húmeda en Gambia.

Para este pozo se han estudiado varias formas de extracción de agua. Teniendo en cuenta tanto formas manuales como automáticas de elevar el agua desde el nivel freático hasta la altura del depósito de agua elevado, que mediante gravedad permitirá el acceso al agua en muchos de los puntos de nuestro terreno.

Pero ante todo tipo de bombas, hay que conocer una serie de parámetros y ecuaciones fundamentales.

Caudal

$$\dot{m} = \rho VA$$

$$Q = VA$$

Potencia	W_B
Rendimiento	η_B
Capacidad de Succión	NPSH
Densidad (20°C y 1 Bar)	1000 Kg/m ³
Viscosidad Cinemática (20°C y 1 Bar)	1·10 ⁻⁶ m ² /s

Tabla 13: Parámetros y ecuaciones fundamentales.

Ecuación de conservación de la energía:

$$\dot{W} = \dot{m} \left(\frac{P_S - P_E}{\rho} + \frac{1}{2} (V_S^2 - V_E^2) + g(Z_S - Z_E) \right) + \text{Pérdidas} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Convirtiendo esta ecuación a solo términos de altura:

$$H = \frac{P_S - P_E}{\rho g} + \frac{1}{2g} (V_S^2 - V_E^2) + (Z_S - Z_E) + H_P \quad [\text{Ec. 2}]$$

Siendo:

$P_S - P_E$ = Diferencia de presiones entre entrada y salida. (Deposito Presurizado)

$V_S^2 - V_E^2$ = Diferencia de velocidad entre entrada y salida.

$Z_S - Z_E$ = Diferencia de cotas entre entrada y salida.

H_P = Perdidas (función del caudal)

El cálculo de las perdidas H_P se realiza con la formula de Colebrook – White, de donde saca λ :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{K/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad [\text{Ec. 3}]$$

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ϵ (mm)	Material	ϵ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrífuga	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Figura 7: Rugosidades de los Materiales [31]

Por último, una vez iterado y descifrado λ , se utiliza la formula 17 para sacar H_p :

$$H_p = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2G} \quad [\text{Ec. 17}]$$

También se debe saber que la potencia de la bomba:

$$\dot{W}_B = \rho g H Q \quad [\text{Ec. 4}]$$

Y como el rendimiento es igual a la división entre la potencia y la potencia eléctrica de la bomba:

$$\eta_B = \frac{\dot{W}_B}{\dot{W}_{eB}} = \frac{\rho g H Q}{\dot{W}_{eB}} \quad [\text{Ec. 5}]$$

Por lo que la potencia eléctrica es:

$$\dot{W}_{eB} = \frac{\rho g H Q}{\eta_B} \quad [\text{Ec. 6}]$$

Por comodidad y simplificación, a la hora de hacer estos cálculos se facilitan las cuentas usando ecuaciones como:

$$E_{MB} (Wh/Día) = \frac{E_H (Wh/Día)}{\eta_{MB}} = \frac{2,725 Q_d (m^3/Día) \cdot H_{TE}(m)}{\eta_{MB}} \quad [\text{Ec. 7}]$$

Siendo:

E_{MB} : Energía Eléctrica en Wh consumida diariamente por la bomba

Q_d ($m^3/Día$): Volumen diario de agua bombeado.

5.1.1.1. BOMBAS MANUALES

5.1.1.1.1. BOMBA DE PISTÓN MALDA

Este tipo de bombas son usadas en zonas subdesarrolladas para la extracción de agua en zonas de escasa altura de elevación. Está diseñada para un uso intensivo y se amolda a comunidades de unos 300 habitantes por bomba.

Al estar destinada a este tipo de zonas, está fabricada con materiales resistentes a la corrosión, con acabados galvanizados. Fácil de instalar y fácil de mantener por las comunidades, con costes de mantenimientos muy bajos.

Es una bomba de acción directa que descarga agua durante todo su movimiento, tanto en carrera ascendente como descendente.

Profundidad de uso:	entre 0-20 m
Aprox. descarga (entrada de 75 vatios):	a 5 m de altura: 3 m ³ / hora, a 10 m de altura: 1.8 m ³ / hora, a 15 m de altura: 1.2 m ³ / hora,
Población servida:	300 personas Aprox.
Rendimiento	55%

Tabla 14: Datos Técnicos Bomba de Pistón Malda

Mantenimiento

Esta bomba es una bomba destinada a trabajar en este tipo de situaciones, con lo que las operaciones de mantenimiento como pueden, ser la extracción de los elementos de bombeo, las válvulas o la tubería, son muy simples.

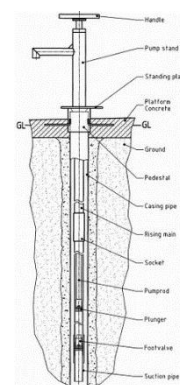


Figura 8: Bomba de Pistón Malda

5.1.1.1.2. BOMBA MANUAL AFRIDEV

Al igual que la bomba Malda, la bomba manual Afridev es una bomba manual de palanca diseñada para un uso continuo y prolongado en el tiempo gracias a sus características de fabricación.

En este caso, la altura de elevación máxima ronda los 45m y es fácil de instalar y mantener gracias a su resistencia a la corrosión y su tolerancia a aguas con arena y tierra.

Profundidad de uso:	10-45 m
Aprox. descarga (entrada de 75 vatios):	a 10 m de altura: 1.4 m ³ / hora,
	a 15 m de altura: 1.1 m ³ / hora,
	a 20 m de altura: 0.9 m ³ / hora,
	a 30 m de altura: 0.7 m ³ / hora,
Población servida:	300 personas Aprox.
Rendimiento	70%

Tabla 15: Datos Técnicos Bomba Manual Afridev

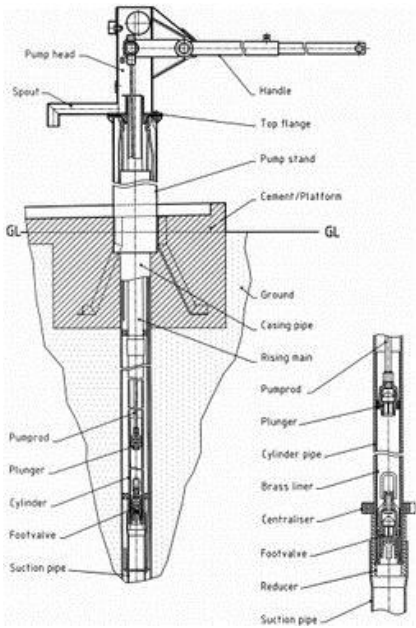


Figura 9: Bomba Manual Afridev [6]

5.1.1.1.3. BOMBA MANUAL INDIAN MARK

Bomba de accionamiento manual formada por un soporte de bomba, cabeza de bomba y un mango de acero galvanizado, lo que la hace robusta y resistente a la corrosión. Por lo que es, al igual que las anteriores, muy atractiva para comunidades poco desarrolladas.

Está pensada para elevar agua desde profundidades próximas a los 50 m.

Profundidad de uso	10-45 m
Aprox. Descarga (entrada de 75 vatios)	a 10 m de altura: 1.8 m ³ /hora
	a 15 m de altura: 1.3 m ³ /hora
	a 20 m de altura: 1.0 m ³ /hora
	a 25 m de altura: 0.9 m ³ /hora
	a 30 m de altura: 0.8 m ³ /hora
Población atendida (nos):	300
Rendimiento	70%

Tabla 16: Datos Técnicos Bomba Indian Mark

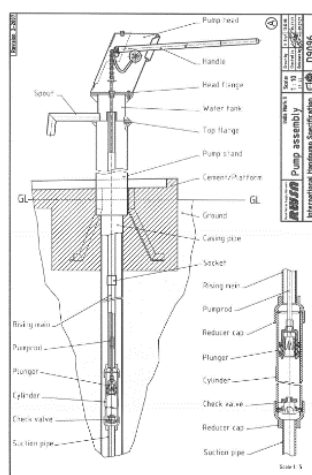


Figura 10: Bomba Indian Mark III [33]

5.1.1.1.4. BOMBA MANUAL DE MECATE

La bomba de mecate o cuerda es la bomba de agua más barata que se ha estudiado. Los materiales de esta bomba son en su mayoría reciclables y pueden ser costeados por una familia.

Su funcionamiento es sencillo. Mediante una cuerda a la que se le acoplan tapones de plástico u otros materiales que hagan su función y una tubería de PVC se eleva el agua en modo de circuito cerrado. Los tapones funcionan como una especie de pistones y el tubo como un cilindro, consiguiendo elevar el agua desde profundidades cercanas a los 80 m con el pedalear de una persona normal, aunque no se aconseja superar los 40 metros debido a las pérdidas.

Estas bombas también son utilizadas para fines agrícolas en riegos o ganaderos, dando suministro de agua a los animales.

Profundidad (en metros)	Capacidad de Bombeo (en litros/minuto)
5	70
10	41
20	20
40	10

Tabla 17: Datos Técnicos Bomba de Mecate

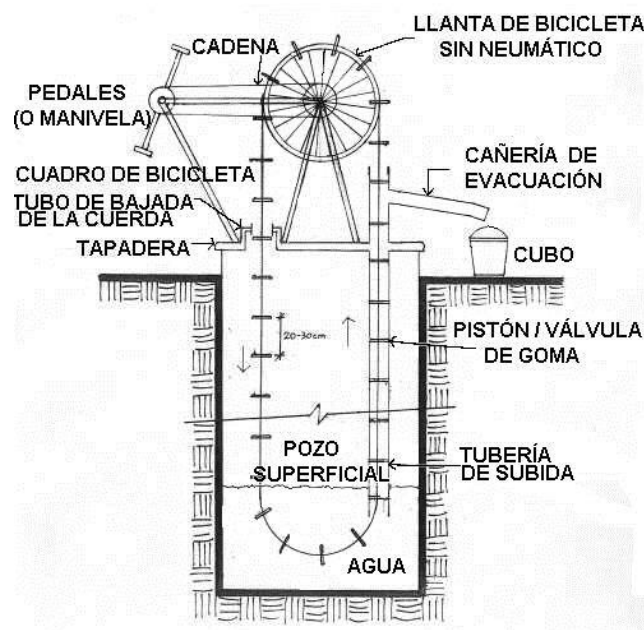


Figura 11: Esquema Bomba de Mecate [36]

A modo de comparación, se muestra un ensayo de Caudal y rendimiento (Tabla 18) realizado por la UC3M con una potencia de 75W, semejante a la que puede dar una persona humana.

m	No 6	Jibon	Malda Nira Tara	Mecate	Vergnet	U3M	Afridev	Bush	India Mark II/III	Volanta
5	82%	54%	64%							
10		65%	65%	51%	36%	44%	51%	51%	65%	
15		65%	65%	60%	49%	54%	60%	60%	71%	
20					54%	58%	65%		73%	73%
25								73%	82%	
30				76%	71%	65%	76%	76%	87%	
40										73%
60										54%
80										44%

Tabla 18: Ensayo Caudal frente a Rendimiento de diferentes bombas [12]

5.1.1.2. BOMBAS AUTOMÁTICAS

Dependiendo de las características del pozo, se usan distintos tipos de bombas. Los tres grandes grupos se resumen a continuación.

5.1.1.2.1 BOMBA CENTRÍFUGA DE SUPERFICIE.

Este tipo de bombas, son capaces de aspirar el agua del pozo desde la superficie donde está situada e impulsar el agua hasta la salida o depósito donde se almacena.

Se utilizan en instalaciones de poca profundidad. El rango de alturas de estas bombas, comprende entre los 6 y 7 metros de diferencia de cotas respecto a la bomba. Siempre se tendrán en cuenta las características y datos proporcionados por el fabricante.

Las principales ventajas de este tipo de bombas son:

- Fácil instalación del equipo.
- El equipo tiene la característica de ser móvil.
- Montaje y desmontaje en breve periodo de tiempo.
- Capacidad de mover grandes volúmenes de agua.

Mayores inconvenientes:

- Problemas de cavitación si no se calcula correctamente el nivel del agua. Deterioros severos en la instalación y bomba, asociándolo con un descenso del rendimiento.
- Reducida altura de trabajo (6 – 7 metros).
- Gran consumo de energía en comparación con las sumergidas (característica clave a la hora de elegir tipo de bomba en el proyecto).
- Ausencia de sensores que avisen y detengan el bombeo en caso de aspirar en vacío.



Figura 12: Bomba centrífuga de Superficie. [22]

5.1.1.2.2. BOMBA SUMERGIBLE PARA POZOS POCO PROFUNDOS

Este tipo de bombas, a diferencia de las anteriores, se instalan directamente bajo el nivel del agua, evitando así tener que succionar, solamente impulsa el agua reduciendo el consumo de energía eléctrica.

Como su nombre indica, este tipo de bombas se usan en pozos de poca profundidad.

Principales ventajas:

- Fácil instalación del equipo.
- Precio económico.
- El equipo es móvil, por lo cual puede extraerse de un pozo e instalar en otro.
- No tiene peligro de cavitación, al encontrarse por debajo del nivel freático.



Figura 13: Bomba sumergible Poca Profundidad [15]

Principales desventajas:

- Necesidad de tener una fuente eléctrica cercana, ya sea red eléctrica o mediante placas solares.
- No puede usarse combustible como fuente directa.

5.1.1.2.3 BOMBAS SUMEGIBLES PARA POZOS PROFUNDOS

Bombas de forma tubular que al igual que la anterior, se instalan bajo el nivel del agua, este modelo está diseñado para ser instalado en pozos de diámetro de escaso tamaño. Su potencia es mayor.

Son capaces de elevar agua desde más allá de los 300 metros por debajo de la superficie.

Principales ventajas:

- Eficiencia. Impulsa el agua, no la aspira.
- Se eliminan los problemas de cavitación y los fallos que esto produce.
- Es la única manera de poder elevar agua de sondeos profundos.

Principales desventajas:

- Precio más elevado que las anteriores debido a la mayor complejidad de la instalación.
- Este tipo de instalaciones son fijas y es necesario que estén realizadas por profesionales.

Se es consciente de que cualquier equipo que vaya ligado a la energía va a ser más complejo de mantener y de reparar. Pero desde lo personal y también con apoyo a la ONG, se piensa que cada viaje que hace una niña en estos países a por agua, es una hora menos de educación que recibe, así que dentro de la escuela es impensable usar la misma tecnología usada hasta el momento, sin ningún avance.

La elección de la bomba depende de muchos datos como pueden ser caudal, profundidad, presupuestos y demás cosas que se explicarán en epígrafes posteriores.

5.1.2. BOMBEO SOLAR.

Este tipo de bombeo se usa cada vez más por todas las partes del mundo y sobre todo tiene una gran amplitud de aplicaciones en el mundo rural.

Debido a que sus componentes por separado cada vez son más efectivos y baratos, es habitual ver este tipo de instalaciones que usa la energía solar como fuente en casas de montaña a las cuales no les llega la red eléctrica, balsas de agua para previsión de incendios, zonas de pasto de animales (Figura 14), zonas de difícil acceso, etc.



Figura 14: Ejemplo Bombeo Solar [18]

Como anteriormente se ha visto, los tres tipos de bombas estudiados son compatibles con instalaciones eléctricas, pero sin ninguna duda, las bombas que ofrecen un mayor rendimiento son las bombas sumergibles y dentro de estas, las que trabajan directamente en corriente continua ya que podemos aprovechar la corriente de nuestros paneles solares de forma directa, sin la necesidad de instalar convertidores de corriente entre las placas fotovoltaicas y la bomba.

Además, una de las características no nombradas previamente de estas bombas es que pueden trabajar por debajo de la tensión nominal. Esto con otras palabras, quiere decir que no necesitamos tener el 100% de la intensidad. Pudiendo trabajar con menos intensidad y permitiéndonos aprovechar todas las horas de sol, por poca energía que recolecten nuestras células fotovoltaicas.

En las primeras horas de sol, se tendrá menor fuerza en la bomba, pero solo significará un menor caudal, no que no funcione correctamente.

5.1.2.1. ALTURA DE IMPULSIÓN DEL AGUA.

La altura de impulsión es la suma de la distancia vertical entre la bomba y el depósito de agua (la altura a la que hay que elevar el agua) más las pérdidas de cargas que vienen dadas por la geometría de la instalación (codos, válvulas, geometría de las tuberías...) como se aprecia en la Figura 15.

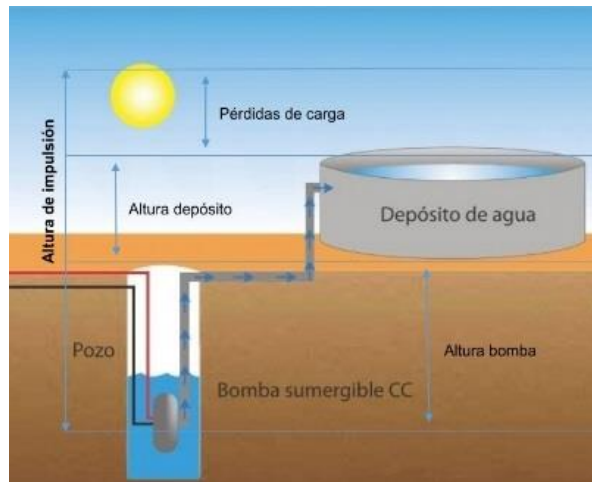


Figura 15: Esquema Altura de Impulsión [27]

La distancia vertical es fácilmente calculable. Para calcular el nivel a la que se encuentra el agua es posible usar diferentes métodos que van desde la sofisticación absoluta hasta lo más simple. En este caso y condicionados por la situación, simplemente, se ha utilizado un peso, un objeto flotante y una cuerda. Cuando se deje de notar el peso, y “la boya” flote, solo se tuvo que medir la cuerda necesitada.

A esa medida se le sumará la distancia entre la superficie hasta la parte superior del depósito o en su defecto, la distancia hasta el conducto por el que se introduce el agua por la pared del depósito.

La pérdida de carga se calculará teóricamente teniendo en cuenta la fricción y posibles turbulencias que genera el fluido en el interior de las cañerías. Esto cobra mucha importancia si el tramo y tubería es largo y si la instalación cuenta con muchos cambios de geometría.

5.1.2.2. CANTIDAD DIARIA DE AGUA

A la hora de elegir una bomba, una de las condiciones principales, es estimar el gasto de agua por persona y día o un gasto total diario. Con esto sabremos qué cantidad de agua necesitaremos bombear diariamente

Antes de calcular la cantidad necesaria, teniendo siempre en cuenta las premisas con las que cuenta el centro y diferentes necesidades extras a tener en cuenta. La OMS marca como cantidad de agua recomendada que puede llegar a los 300 Litros/persona/día como se aprecia en la Tabla 20, estando la media africana muy por debajo de esa media. Otro factor a tener en cuenta es el hecho de que los alumnos no estarán el día completo en las instalaciones, esto reduce el consumo de agua.

Una de las soluciones alternativas que se presentan es la posible instalación de baños secos que reducirían notablemente el consumo de agua. Este tipo de WC consume una minúscula parte de agua con lo que reducimos de forma drástica nuestra necesidad.

Consumo humano			
Por persona	Litros	Servicios	Litros
Mínimo	10	Cada ducha	20
Países Subdesarrollados	30	Bañera llena	120
Países Desarrollados	300	Cisterna	24
		Lavabo lleno	8
		Lavavajillas	16 l/min
		Lavadora	20 l/min
		100 m ² césped	600

Tabla 19: Necesidades Medias de Consumo de Agua en el Hogar [35]

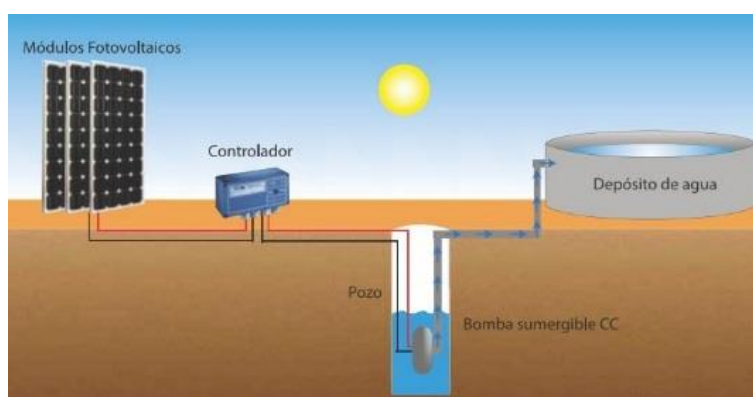


Figura 16: Esquema Instalación Bombeo Solar [20]

5.1.2.3 COMPONENTES DEL BOMBEO SOLAR

Los sistemas de bombeo solar tienen una serie de componentes los cuales hacen el conjunto de la instalación, presentes en la Figura 16. De los siguientes elementos, el único que se puede eliminar de la instalación es la batería.

5.1.2.3.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Panel solar formado de células que se conectan entre sí en serie y/o en paralelo, para que la tensión y la corriente suministrada se ajusten al valor deseado. Los paneles se construyen uniendo primero las células en serie para conseguir la tensión requerida y luego se conectan en paralelo para alcanzar la corriente deseada.

Cuando muchas células se juntan se forma un módulo y cuando varios módulos de juntan se forma un generador.

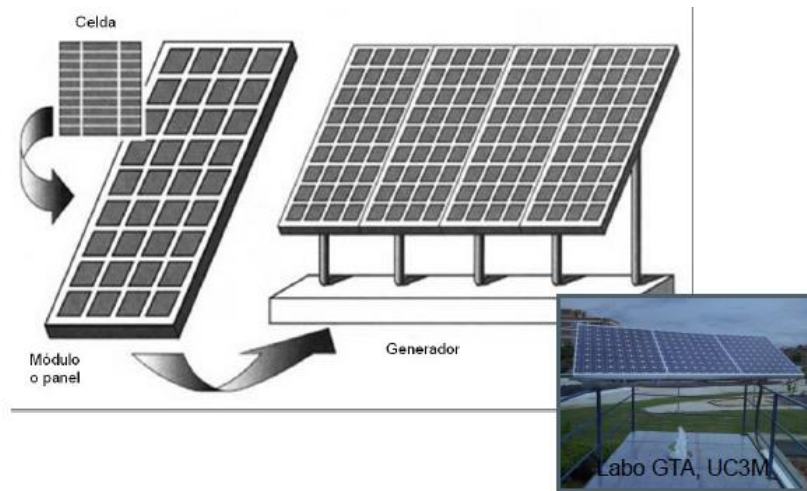


Figura 17: Modulo solar UC3M

Al igual que con las células, se conectan en serie y paralelo hasta conseguir la corriente e intensidad deseadas.

5.1.2.3.2 BATERIAS

Las baterías son las fuentes de tensión, a corriente continua, que están formadas por vasos electroquímicos interconectados. Son las que permiten la acumulación de energía y la descarga posterior en el momento más oportuno.

Cada una de estas baterías tiene una capacidad nominal, y al juntarlas y formar un acumulador, se consigue autonomía para mayor tiempo.

Las principales ventajas de instalar baterías es que es posible el almacenamiento eléctrico, lo cual permite usar el sistema de bombeo en horas de radiación muy baja o nula. Aparte de esto, permite a la bomba trabajar siempre con una tensión de trabajo fija, sin depender de la cantidad de energía solar que recibamos. Esto acerca el funcionamiento a un punto de máxima potencia.

Pero por otro lado también tienen inconvenientes: el precio, la necesidad de un mantenimiento específico, la instalación de un regulador que evite las sobrecargas y que están tienen un tiempo de vida limitado.

Como se ha expuesto anteriormente, este elemento puede anularse y la instalación seguirá funcionando.

5.1.2.3.3 CONTROLADOR, INVERSOR Y CONVERTIDOR

Elementos electrónicos que pueden trabajar en conjunto. Protegen a la bomba del sobre voltaje, sobre calentamiento y polaridad inversa. También detecta entre otros aspectos, cuando la bomba está trabajando en vacío o el depósito está lleno.

Es un elemento electrónico que permite a la bomba encontrarse siempre en el punto de mayor eficiencia posible, controlando todas sus funciones. Estos aparatos pueden controlarse por su monitor o incluso algunos desde una app propia del fabricante.

5.1.2.3.4 MOTOR

Claramente la instalación no estaría cerrada sin el componente que es capaz de subir el agua desde el pozo hasta el depósito elevado.

5.2. PROBLEMA ELECTRICO

La energía es una cosa vital para cómo se entiende la educación y las comodidades. Por eso en la escuela se necesitará energía diaria para la utilización de diversas herramientas que faciliten y mejoren la educación de los más pequeños. Electrodomésticos como una nevera para medicinas o equipos como proyector y portátil para enseñar de formas diversas a los alumnos son los “destinatarios” del consumo de energía, estimado en cerca de los 11.500 kWh /Día

5.2.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Al hablar de energías renovables, ya a nadie le resulta algo nuevo. Por suerte, la gran mayoría de las personas vinculan este tipo de energías a características como que son limpias, inagotables, que reducen la contaminación y el efecto invernadero, etc.

Tienen grandes diferencias con los combustibles fósiles comúnmente usados, son más abundantes y su potencial de aprovechamiento es mucho mayor.

Al ser cada vez más y más comunes entre la sociedad, se está dando un avance considerable al que le viene ligado una bajada de costes de forma continua, mientras que los combustibles generales tienen a subir al agotarse poco a poco.

En 2015 La Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicaba un estudio en el que exponía que el crecimiento de las energías limpias es algo imparable, siendo ya en ese año, la segunda fuente de energía eléctrica por detrás únicamente del carbón.

Sin contar que La Tierra ha sufrido un calentamiento medio en su temperatura de 0,85°C desde finales del siglo XIX, aproximadamente 1.100.000.000 de personas, más del 17% de la población mundial, no tienen acceso a electricidad y este tipo de energías es la forma más efectiva para conseguirlo.

De la misma forma, 2.700.000.000 de personas, casi un 40% de la población, utiliza “biomasa tradicional”, como se conoce a la madera y otros materiales naturales, para cocinar, calentarse e iluminar sus hogares. [41] Con todos los peligros y enfermedades que esto conlleva, poniendo en riesgo su salud simplemente por intentar comer.

Por todo esto, Las Naciones Unidas se marcaron como objetivo el lograr el acceso universal a la electricidad en 2030.



Figura 18: Isatou y Fatou jugando con la cámara

PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES¹:

Las energías renovables no emiten gases de efecto invernadero al producir energía, por lo que las califica como una solución limpia y viable.

Las fuentes fósiles están viendo incrementado sus precios debido a su agotamiento. Por el contrario, este tipo de energías tienen reservas aparentemente infinitas. Por esto se consideran las únicas fuentes las cuales aprovechamos hoy sin dejar un legado perjudicial a próximas generaciones.

Reducen las dependencias energéticas con terceros. En cualquier parte del globo es posible encontrar algún tipo de recurso renovable con el que generar energía. Aprovechar estos recursos rompería la dependencia energética de muchos países que se

¹ Información sacada de A.I. de la Energía. [29]

ven obligados a tener relaciones comerciales forzadas ante la necesidad de combustibles. El uso de energías renovables impulsa la economía de quien las usa.

Las principales fuentes renovables, como la fotovoltaica y la eólica están viendo reducidos sus costes de producción de forma drástica, empezando a competir de forma directa con algunas fuentes convencionales. Gracias a países que invierten en I+D se puede considerar que las energías limpias no solo son una solución sostenible por su limpieza, sino también en el ámbito económico.

5.2.1.1. ENERGÍA SOLAR

Esta energía aprovecha directamente la radiación proveniente del sol para generar energía. Aunque el sol no tiene estimada una vida inagotable, el poder contar con el hasta dentro de millones de años, hace considerar esta fuente como renovable e inagotable.

Dentro de la energía solar se diferencian dos tipos:

- **Energía Solar Térmica:** Este tipo consiste en utilizar la energía calorífica obtenida de la radiación solar para calentar un fluido. La elevación de temperatura de este fluido es utilizada para producir agua caliente e incluso para producir vapor.
- **Energía solar fotovoltaica:** Este es el método que más influye en este proyecto ya que es el usado. Trata de aprovechar la energía que captamos de la radiación solar, transformándola directamente en energía eléctrica mediante lo que se conoce como efecto fotovoltaico.

Esto es posible gracias a las células fotovoltaicas fabricadas por semiconductores que generan electricidad cuando incide sobre ellas la radiación solar.

5.2.1.2. ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica, utiliza la energía cinética del viento para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores.

De forma indirecta, esta energía va ligada también al sol, ya que es el responsable de las variaciones de temperaturas y presiones, ocasionando los vientos.

Este tipo de energía se puede dar de dos formas:

- Instalaciones de energía eólica aisladas: destinadas a la generación de energía en lugares remotos y principalmente usadas para autoconsumo.

- Parques eólicos: formados por grandes aerogeneradores con el fin de vender posteriormente la electricidad generada a la red. Junto a la solar, es la energía que, debido a los múltiples avances, se está instaurando de mayor forma por todo el mundo.

5.2.1.3. ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidráulica aprovecha la energía potencial que obtiene el agua en un salto de agua, para obtener trabajo mecánico. Este trabajo en forma de energía cinética es lo que se transforma en energía eléctrica gracias al accionamiento de diversos generadores. Cuando la potencia que genera el salto de agua es menor a 10MW se llama Energía Minihidráulica.

Tenemos dos tipos de centrales. Por un lado, las centrales de agua fluyente, las cuales desvían una porción de agua del río para mover sus turbinas y luego la devuelven aguas abajo. Y las Centrales hidroeléctricas a pie de presas. Aprovechan el salto de agua de la presa para generar su energía. Las ventajas que tienen este tipo, es que tienen el agua almacenada para cuando hace falta producir y que la pueden volver a subir una vez ha sido usada para volverla a utilizar más adelante.

5.2.1.4. ENERGÍA DE LA BIOMASA

La energía de biomasa es una fuente que basa su producción de energía en la quema de materia orgánica, tanto vegetal como animal.

Por el concepto biomasa podemos encontrar productos como residuos forestales, agrícolas, cultivos energéticos, residuos de procesos industriales, residuos sólidos urbanos, biogás producido por residuos ganaderos, gases producidos por aguas residuales urbanas o vertederos, biocombustibles, etc.

Este tipo de combustible se aplica en dos grandes grupos:

- Aplicaciones industriales o domesticas que funciona por combustión de forma directa de la biomasa.
- Destinadas a técnicas como la gasificación o la pirólisis de la biomasa. Nuevas técnicas de transformación en energía.

5.2.1.5. ENERGÍA MAREOMOTRIZ Y DE LAS OLAS.

Los océanos y mares son grandes fuentes de energía si conseguimos explotarlos de una forma efectiva. Algunos los denominan como grandes colectores que son capaces de darnos energía por su oleaje, por sus mareas o hasta por sus cambios térmicos.

Gracias al ascenso y descenso de las mareas se genera energía que es aprovechada en centrales mareomotrices, haciendo pasar el agua a través de turbinas hidráulicas.

Aparte de las mareas, podemos obtener energía de las olas producidas por los vientos (Figura 19) e incluso es posible obtener energía térmica por la diferencia de temperaturas. Esta energía térmica es posible transformarla en energía útil usando esa diferencia térmica entre la superficie y el agua de 100m de profundidad. Para poder aprovecharla tenemos que encontrar al menos 20 °C.



Figura 19: Generador de energía mediante olas. [13]

5.2.1.6. ENERGÍA GEOTÉRMICA

Este tipo de energía está basada en aprovechar la energía térmica acumulada en las rocas y agua del subsuelo, que se encuentra a una temperatura muy elevada. La gran cantidad de calor y la energía hace que su aprovechamiento causa un efecto nulo o casi nulo en la tierra, pudiendo considerarla energía renovable.

Para el aprovechamiento de esta energía, tienen que darse unas condiciones térmicas especiales en las que se pueda hacer circular por el subsuelo un fluido encargado de llevar la energía hasta la superficie, es aquí donde es transformada en energía eléctrica o en energía térmica usada para el calentamiento de agua o calefacción.

Las principales ventajas de este tipo de energía, son que su impacto ambiental es mínimo y por su alto rendimiento puede llegar a competir con los combustibles fósiles. En la parte negativa, sus grandes inconvenientes son: la gran inversión necesaria y las escasas zonas geográficas que son aptas para ello.



Figura 20: Central Geotérmica de Nesjavellir, Islandia. [21]

5.2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y SUS CONCEPTOS

Como ya se ha expresado anteriormente, la energía solar fotovoltaica es la manera de convertir la radiación que llega del sol en energía eléctrica, gracias al efecto fotovoltaico. Esto se da cuando el sol incide sobre los materiales semiconductores extrínsecos situados en las placas solares, produciendo una diferencia de potencial eléctrico entre las dos caras, muy parecido al efecto que se ve en las pilas, y esto hace que los electrones salten de una a otra, generando corriente eléctrica. Esto se aprecia en la Figura 21.

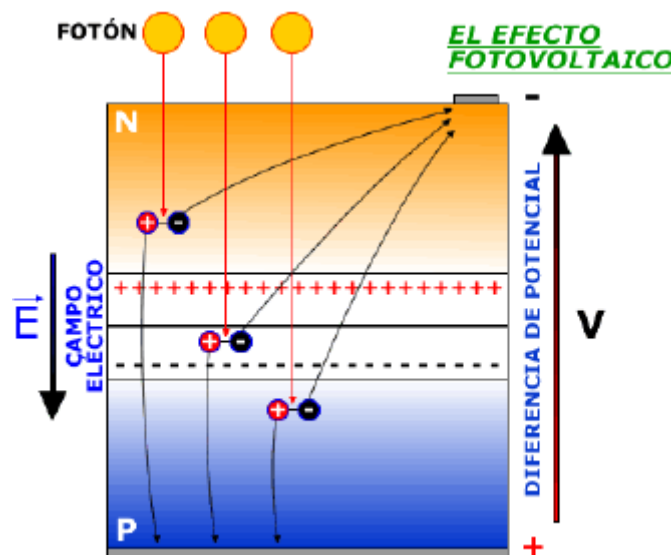


Figura 21: Efecto Fotoeléctrico [40]

Para poder realizar ese efecto fotoeléctrico, las placas solares están compuestas con células fotovoltaicas. Son dispositivos electrónicos que permiten transformar la energía solar en energía eléctrica.

Estas celdas proporcionan corriente continua, que puede ser usada directamente o bien, se hace pasar esta corriente por un inversor o convertidor de potencia para transformarla en corriente alterna.

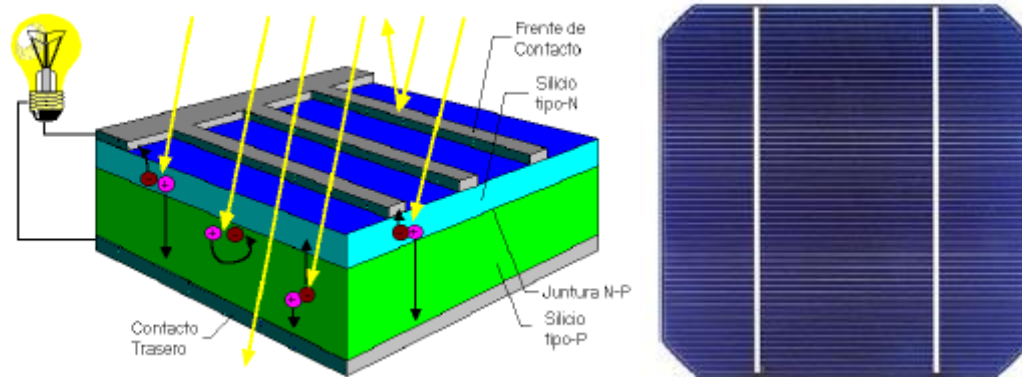


Figura 22: Esquema Funcionamiento y Célula Fotovoltaica

Estas células pueden ser de tres tipos: monocristalinos, policristalinos y amorfos. En la Tabla 21 se ven las principales características.




CÉLULAS		RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERÍSTICAS	FABRICACIÓN
	MONOCRISTALINO	24 %	15 - 18 %	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si (Czochralsky).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	POLICRISTALINO	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	AMORFO	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Tabla 20: Diferencias y Características Células Fotovoltaicas [37]

No solo el que sea inagotable o limpia es una de las grandes ventajas de esta energía. Aparte de favorecer el empleo local de las zonas que utilizan esta forma de generación de energía, estos sistemas son adecuados para dar luz y energía en las zonas rurales o aisladas en las que no llega red eléctrica o es excesivamente cara.

BENEFICIOS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA:

- Renovable e Inagotable
- No contaminante

- Dimensionadle desde grandes plantas a sistemas domiciliarios
- Apta para zonas rurales o aisladas
- Contribuye al desarrollo sostenible y fomenta el empleo local

CONCEPTOS DE POTENCIA PICO Y NOMINAL.

Cuando se habla de potencia pico en los sistemas fotovoltaicos, se está haciendo referencia a los kW instalados, frente a la potencia nominal, que se refiere a la potencia del inversor, el equipo eléctrico que transforma la energía captada por las placas solares es apta para el consumo.

La potencia nominal es la potencia máxima que se puede producir ya que es lo que el inversor puede convertir. Para conseguir que el inversor trabaje al 100%, las instalaciones fotovoltaicas se instalan de forma que se consiga una potencia pico superior a la potencia nominal.

Saber que es la hora pico de sol es esencial para poder realizar los cálculos fotovoltaicos. Básicamente, esta es la cantidad de energía solar que se recibe por metro cuadrado en una superficie específica.

Como ejemplo muy sencillo, si en un lugar hay 7 HSP, lo que quiere decir es que hay 7 horas en la que se está transmitiendo 1000 W/m^2 . Con lo cual, dicha superficie habrá recibido 7000 Wh/m^2 . O dicho de otra forma 7 kWh/m^2 . [43]

Como se verá posteriormente, esta cifra varía según la época del año y la localización donde se realice el estudio.

Ya sabiendo que es y para qué sirve la Hora de Sol Pico, se multiplicará con la Potencia Nominal de la placa para sacar la Potencia Pico. Esto quiere decir que, si 7 kWh/m^2 son captados por una placa de 300W, la placa generará 2100Wattios.

Las siguientes operaciones tienen como resultado la obtención de las HSP.

Ángulo formado entre la línea que une los centros de Sol y Tierra y el plano ecuatorial.

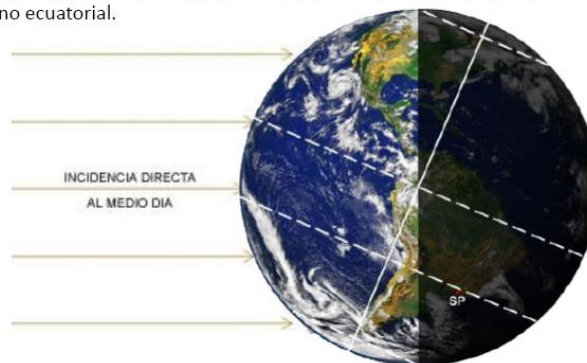


Figura 23: Declinación [30]

La declinación solar es definida como “el ángulo entre la línea Sol – Tierra y el plano ecuatorial celeste” [44] Figura 23. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$\delta = 23.45 \cdot \text{Sen} \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{360} \right) \quad [\text{Ec. 8}]$$

Siendo:

δ : Declinación (grados)

δ_n : Día del año (elegidos los días medios de cada mes)

Para el cálculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$ durante el solsticio de invierno [Ec. 13]

- $(90^\circ - \varphi + \delta)$ durante el solsticio de verano [Ec. 14]

Siendo φ la latitud y δ la declinación.

Para determinar la inclinación óptima, se han utilizado las siguientes hipótesis:

- $\beta = \varphi - \delta$ En el solsticio de verano. [Ec. 15]

- $\beta = \varphi + \delta$ En el solsticio de invierno. [Ec. 16]

Siendo $\beta = \varphi$ en los equinoccios.

Para el cálculo del “valor medio anual de irradiación global sobre superficie con inclinación óptima”.

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4.46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1.19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2} \quad [\text{Ec. 9}]$$

Siendo:

- $G_a(\beta_{opt})$: Valor medio anual de irradiación global sobre superficie con inclinación optima en KW·h/m².

- $G_a(0)$: Media anual de la irradiación global horizontal KW·h/m².

- β_{opt} : Inclinación óptima de la superficie en grados.

Para la obtención del Factor de Irradiancia se han utilizado:

$$FI = 1 - [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ \quad [\text{Ec. 10}]$$

$$FI = 1 - [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta < 15^\circ \quad [\text{Ec. 11}]$$

Siendo:

- FI: Factor de radiación (adimensional).
- β : Inclinación Real de la superficie (°).
- β_{opt} : Inclinación óptima de la superficie (°).
- α : acimut de la superficie (°).

Para calcular las horas de Sol Pico (HSP) = $G_a(\beta_{opt}) \cdot FI$. [Ec. 12]

COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN SOLAR AUTÓNOMA

En el caso de este proyecto, en Basori no hay una red eléctrica en la que apoyar las necesidades de la escuela. Por esto, obligatoriamente la instalación será lo que se define como “Instalación solar autónoma o aislada”.

Este tipo de instalaciones convierte la radiación en energía útil y la guarda en baterías para consumir la electricidad cuando sea necesario. Esto da un grado de independencia energética frente a otras variantes.

Este tipo de instalaciones está compuesto por los siguientes elementos:

Placas solares: son las encargadas de convertir la radiación en electricidad en corriente continua como ya ha sido explicado en el epígrafe 5.1.2.3.1.

Regulador de carga: Dispositivo electrónico que tiene la función de controlar la entrada de energía desde las placas solares a las baterías. Este regulador tendrá comportamientos diferentes según el nivel de carga de las baterías. Según la sofisticación del aparato será capaz de informar del nivel de las baterías, cantidad de energía que generan los paneles solares, cantidad de energía consumida por las baterías desde una pantalla colocada en el mismo aparato o incluso, en algunos modelos, mediante una app.

Inversor de corriente: Transformador que convierte la corriente continua de las baterías a corriente alterna a 230V. Explicado en el Epígrafe 5.1.2.3.3.

Baterías: son las encargadas de almacenar la energía que se produce y no se gasta. Explicado de forma más extensa anteriormente en el epígrafe 5.1.2.3.2.

Estructura solar: Es la estructura en la que van colocadas las placas solares. Como se verá más adelante, la colocación de la placa estará más cercana o no de ser la óptima según el grado de inclinación que se les dé a los paneles. Esta estructura es la que le da esa inclinación para buscar el rendimiento óptimo

Cargador de baterías: Este aparato permite conectar un generador o grupo electrónico con el fin de cargar las baterías en temporadas de poca radiación o consumos puntuales muy marcados.

Cableado: Parte muy importante de la instalación. No vale cualquier cableado, tiene que tener el grosor adecuado ya que la corriente que va desde las placas al inversor está en continua, la cual pierde tensión más fácilmente.

Estructura de Baterías: Soporte donde irán apoyadas las baterías para facilitar su mantenimiento.

6. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

6.1. LAMPARA MOSER

Como ya es sabido, las tecnologías no paran de avanzar y muchas de esas veces, avanzar es buscar la sencillez de la física. Conceptos básicos que a la vista pueden parecer poco útiles, pero que, al juntarlos con un poco de imaginación, pueden resolver grandes problemas.

Este es el caso de las lámparas Móser. Simplemente una botella de agua que está cambiando la vida en muchas partes del globo terráqueo.

En el mundo se cuentan por cientos de millones las personas que viven en casas o chabolas sin acceso a la red eléctrica para iluminar y que, en muchos casos, carecen de ventanas por las que entren algunos rayos de luz. Esto hace que tanto durante el día, como cuando el sol ya no alumbra, estos habitantes tengan que recurrir a combustibles fósiles como querosenos, velas y demás alternativas para iluminar sus hogares, con todos los problemas de salud y peligros que esto conlleva.

En el año 2002 un brasileño llamado Alfredo Móser buscaba una forma de iluminar su hogar sin usar los métodos convencionales hasta ese momento utilizados. En su búsqueda encontró una solución sencilla y funcional con la que alumbrar, bautizándola con el nombre de “lámpara embotellada”.

Se trata de una simple lámpara hecha con una botella de plástico transparente (PET), muy sencilla de encontrar en casi todas las partes del mundo, con un tamaño de 2L. Esta botella se llena con dos cucharadas de cloro o lejía y el resto de agua. Se le añaden estos dos elementos simplemente para que el agua no enverdezca por los microorganismos y pueda llegar a durar.

Una vez se tiene la botella preparada, se coloca en el techo, haciendo previamente un agujero en la chapa y sellando bien todas las juntas al acabar.

Este invento surgió en la mente del creador, debido a los continuos apagones que sufrían las viviendas brasileñas en esos años. Rápidamente se extendió por todo el mundo, por ser una solución sencilla e innovadora para hacer llegar la luz a los hogares con una luminosidad equiparable a bombillas de 40 o 60 vatios.

Inicialmente esta tecnología solo podía ser utilizada por el día debido a su funcionamiento de reflejar y distribuir los rayos solares. En la actualidad, se están haciendo pruebas con pequeñas baterías solares y Leds, que unidos están dando la oportunidad de alumbrar incluso con falta de rayos solares.

Estas lámparas son suficientemente potentes para iluminar casas y negocios. Son baratas y fáciles de hacer.

Gracias a la enorme difusión en Web y a través de diversos artículos académicos, en 2008 fue aprovechada por la Agencia Nacional de Energía de Brasil (AMPLA) en el marco de un proyecto destinado a reducir los costes de energía de los hogares más pobres del país.

En 2011, Illac Díaz, lanzó esta tecnología en Filipinas con la ayuda de la Fundación MyShelter, logrando instalar 28.000 botellas solares en más de 20 ciudades filipinas. Inspirando así la instalación del invento de Alfredo Móser en muchos otros puntos del planeta.

Esta misma fundación comenzó a formar a jóvenes, empresas locales y voluntarios interesados en aprender y construir botellas solares.

Ese mismo año, junto a MIT de Massachusetts se lanzó una campaña mundial llamada “A Liter of Light” con la que se buscaba la ampliación del uso de este tipo de tecnología.

Gracias a este empuje, más de 1.000.000 botellas solares se han instalado en una multitud de países. Este movimiento de tecnología brasileña está dando la vuelta al mundo, mejorando su impacto internacional con voluntarios, instituciones y proyectos que están instalando este tipo de lámparas en Suiza, España, Singapur, Kenia, Uganda, Vietnam, Indonesia, India, Guatemala, Colombia, Camboya entre otros.

Instrucciones de Fabricación²

- 1) En una chapa idéntica a la del techo donde se va a instalar se hace un agujero del diámetro de la botella con una holgura de un par de milímetros. Muy importante limar posibles picos o salientes que puedan dañar la botella.
Posteriormente se hace el mismo agujero en el techo, donde queramos hacer la instalación.
- 2) Se coloca la botella en la chapa cortada y se sella el contorno con silicona resistente al agua.
- 3) Se llena la botella de agua y se le añade cloro o lejía.
- 4) Se coloca el ensamblaje sobre el tejado y se sellan bien ambas placas para evitar posibles infiltraciones de agua.
La botella debe tener aproximadamente 1/3 fuera de la vivienda y 2/3 por debajo del techo. Esta capta los rayos solares por la parte exterior y los amplifica en todas direcciones.

² Toda la información sacada de Conciencia Eco. [24]

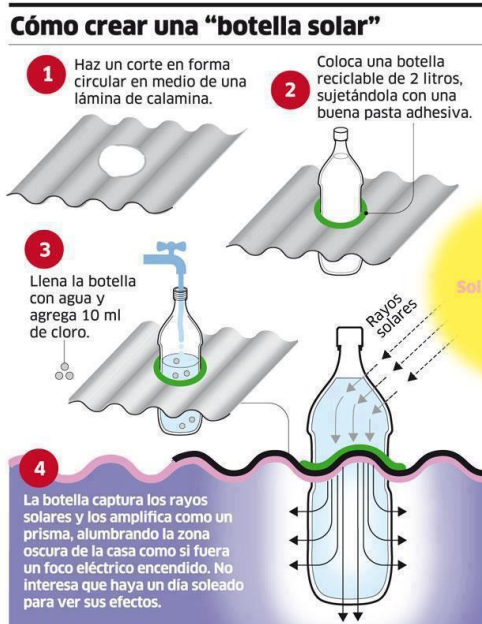


Figura 24:Folleto Fabricación de Lámpara Moser [1]

PROYECTO EN GAMBIA.

En Gambia hay un doble proyecto en relación a la Lámpara Moser.

Por un lado, está la idea de usarla en la construcción de la escuela, aumentando la luminosidad y bajando el consumo de luz.

Por otro lado, más en el ámbito personal y con la oportunidad de estar en un país como este, se realizó una serie de talleres de formación a los habitantes de la comunidad para implementar esta tecnología en sus hogares, intentando alejarlos todo lo posible de los peligros de iluminar con combustibles.

6.2. BAÑOS SECOS

Los baños secos son un sistema respetuoso con el medio ambiente y con los propios usuarios. Esto es debido a que después de recuperar los nutrientes y materia orgánica, esta puede ser usada en plantas, evita la propagación de enfermedades y es considerablemente más limpio que las letrinas usadas en este tipo de países.

Se caracteriza por tener un inodoro especial que separa sólidos de líquidos en conductos diferentes.

Todos los residuos que se pueden generar en un baño (heces, aguas amarillas u orina y aguas grises, aguas con detergentes) no entran en contacto con la superficie ni con el resto de agua hasta que son tratadas, con lo que no contaminan el suelo.

Una vez tratadas pueden usarse como abono o como regadío.



Otra gran ventaja del eco inodoro, es que no gasta agua, con lo que cuidamos el consumo de uno de los recursos más escasos y necesarios.

Las heces caen a unas cámaras de secado, en las que un material secante como puede ser tierra, arena o ceniza mata los gérmenes y olores. Es importante que caiga la menor cantidad de agua posible para un buen funcionamiento. Tras ser tratados se convierten en abono y puede ser utilizado como mezcla para compost.

La orina al tener muy pocos gérmenes y haber sido separadas de los sólidos, se juntan con el agua de los lavaderos y se almacenan en bidones. Tras unirse, se tratan a través de un biofiltro formados por piedras y plantas (bio-jardineras). Una vez tratadas se pueden usar de abonos líquidos y regar el huerto.

Las heces y la orina contienen nutrientes como nitrógeno, fosfato y potasio. Indispensables para el correcto crecimiento de las plantas. Al usarlo se consiguen esos nutrientes.

Las heces después de pasar un año en las cámaras de secado, se asemejan a tierra y pueden ser usadas para el compostaje o como abonos para los jardines y huertos del colegio.

LA SANIDAD LO PRIMERO

Una de las mayores diferencias que tienen este tipo de sanitarios frente a los habituales en este tipo de países es que se pueden poner cerca del colegio, cerca de pozos y demás, por la inexistencia de vertidos y de olores.

Los baños comunes, con depósito de excrementos, tienen que ser separados 30 metros de pozos para evitar la contaminación de aguas por filtraciones.

La gran ventaja de que los residuos no contaminen el suelo y el agua porque se depositan en cámaras, evitan que sea un foco de enfermedades. A eso le sumamos que estos baños son de

obra y las cámaras son vaciadas cada año, con lo que el funcionamiento no es como el de una letrina, que tiene que ser movida de sitio cada cierto tiempo. Este tipo es un baño definitivo.

COMPONENTES DEL BAÑO

Eco-inodoro: muy parecido a las tazas occidentales, pero con separador para heces y orina.

Cámaras de secado: donde se almacenan los sólidos hasta que se transforma en abono natural al ser cubiertas con tierra o ceniza.

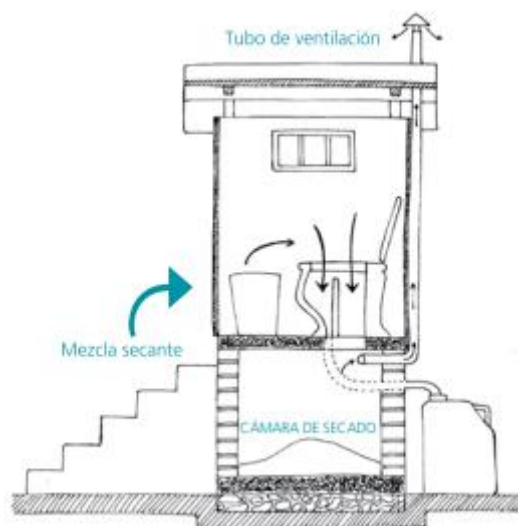


Figura 26:Esquema Baño Seco [45]

Tubo de ventilación: se coloca por el exterior del baño y une la cámara de secado con el exterior. Se colocará para que salga por encima de la cubierta del baño y evitar los posibles olores.

Recolector de orina.

Bio-Jardineras.

USO CORRECTO Y MANTENIMIENTO

Es vital para el buen funcionamiento del sistema que todos los miembros de la escuela sepan y acepten como usar el baño ecológico.

1º Después del uso es necesario cubrir con material secante las heces. Los excrementos solidos deben cubrirse con tierra o ceniza. Para ello tiene que haber un recipiente con estos materiales al lado de la taza.

2º Echar una pequeña cantidad de agua en el urinario después de usarlo para limpiarlo.

3º Mantener limpio el baño. El eco-inodoro, puede limpiarse con una esponja húmeda, dejando secar antes de usarse. La parte del separador de orina puede limpiarse con agua caliente y detergente para desinfectar y evitar olores.

4º Antes de empezar a usar el eco-inodoro hay que echar en la cámara de secado una capa de unos 5cm de tierra o ceniza.

5º La proporción idónea es de 3 partes de tierras por dos de ceniza, pero se puede usar uno de los dos compuestos sin mezclar.

6º Hay que cuidar que el eco-inodoro no esté obstruido por lo que, desde el inodoro, debemos nivelar los excrementos de la cámara para que el oxígeno actúe.

7° cuando la cámara se llene, se le echará una capa de material secante de unos 20-25 cm de espesor. Una vez se realice, se clausurará esa cámara y se moverá el inodoro a otra cámara.

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

1° USO DE ORINA.

Aunque cabe la posibilidad de usar la orina inmediatamente, es recomendable dejarla depositada en un bidón durante un mes antes de usarlo.

La orina se disuelve en agua y luego puede ser aplicada directamente en la base de las plantas, intentando que no entre en contacto con las hojas para evitar posibles malos olores.

Se recomienda usarlo al inicio de las siembras y se puede seguir usándolas hasta un mes antes de recoger los frutos.

2° USO DE LAS HECES

La mezcla de heces con el material secante debe utilizarse un año después de empezar a amontonarse. En ese momento la mezcla tendrá una apariencia similar a tierra vegetal y sin ningún olor.

Es recomendable usar guantes durante el uso de la mezcla y lavarse bien las manos para no coger infecciones al terminar.³

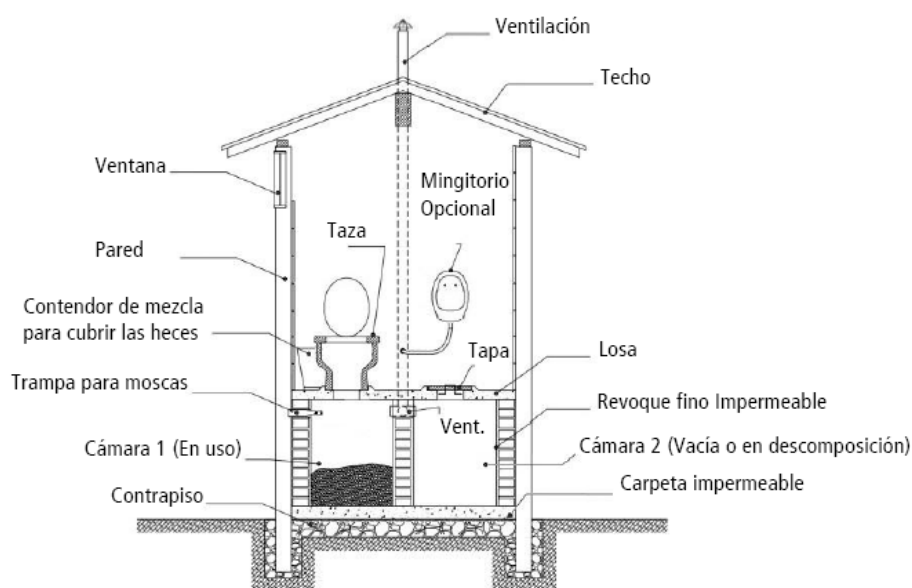


Figura 27:Esquema Partes de un Baño Seco Con Doble Cámara. [45]

³ Información Sacada de archivos [45], [46] y [47].

7. RESULTADOS

7.1. RESULTADOS HIDRICOS

Con las fórmulas expuestas en el Epígrafe 5 y apoyado en archivos Excel se realizan los cálculos de los problemas desarrollados en este TFG.

Para llegar a estos resultados primero ha habido que fijar las incógnitas como se muestran en la Tabla 22.

Longitud Tubería	35m
Diámetro	30mm
Rugosidad PVC (ϵ)	0.0015 mm
Caudal	1000 L/h
N.º Llaves	2
N.º Codos 90º	3
N.º Tes	0

Tabla 21: Características de Bombeo

Por otro lado, recordando que la diferencia de presiones entre la entrada y salida es nula, al igual que la diferencia de las velocidades, la Ec. 2 queda:

$$H = 0 + 0 + (Z_S - Z_E) + H_P$$

$$H = (Z_S - Z_E) + H_P$$

$$Z_S - Z_E = \text{Altura del deposito} + \text{Altura entre superficie y el agua} \\ + \text{Altura variable del pozo}$$

$$Z_S - Z_E = 10m + 12m + 0.27m = 22.27m$$

El cálculo de las pérdidas se realiza con la fórmula de Colebrook - White (Ecuación 3) para sacar el factor de pérdidas de carga y posteriormente con la Ecuación 17.

Longitud equivalente accesorios	2.97m
Velocidad	0.39m/s
Perdida de carga	0.27 metros de columna de agua
Volumen de agua	24.74L

Tabla 22: Resultados Cálculos de Bombeo

Tras saber los valores, se establece una altura de elevación de **25m** a la hora de buscar bomba y analizar sus características. Aunque se esté más cerca de los 20 m que de los 25m, se coge la mayor para salvar posibles bajadas de nivel o para la instalación de algún elemento extras como llaves o longitud de tubería.

7.2. RESULTADOS ENERGÉTICOS

Como principal condición a la hora de determinar una instalación solar fotovoltaica uno se encuentra con **la demanda**. Calculada gracias a la suma de las potencias de los aparatos usados, multiplicado cada uno por las horas de uno de los mismos.

En este caso, a petición del equipo de educación de la ONG, se han calculado los siguientes gastos.

ELEMENTO	UDS	Pot. Ud. W	Pot. Tot. W	H/día	kWh /Dia
Ordenador	1	350	350	8,00	2,8
Portátil	1	150	150	5,00	0,75
Impresora	1	230	230	1,00	0,23
Altavoces	1	300	300	2,00	0,6
Proyector	1	400	400	3,00	1,2
Minicadena	1	200	200	5,00	1
Frigoríficos	2	195	390	8,00	3,12
Luces	8	12	96	5,00	0,48
luces seguridad	2	12	24	13,00	0,312
Otros	1	350	350	3,00	1,05
TOTAL			2490		11,542

Tabla 23: Consumos

Basori se encuentra en unas coordenadas **13°13'20.3"N 16°35'33.9"W**, al norte de la línea imaginaria del ecuador. Esto hará que las placas estén orientadas dirección SUR.

A la vez se ha calculado la inclinación necesaria para aproximar el punto óptimo la generación. Como es normal, el sol no incide siempre con los mismos grados a lo largo del año, cambiando el grado de inclinación óptimo prácticamente a diario.

Como el sistema es fijo, es imposible ir amoldando los grados, por lo que se opta por una inclinación optima, la cual aporte la mayor cantidad de energía al cabo del año o en su defecto, la mayor cantidad de energía cuando más se necesite.

Para calcular la inclinación primero se calcula la declinación que tiene la tierra.

MES	Día del Año	MES	Día del Año
Enero	15	Julio	198
Febrero	45	Agosto	229
Marzo	76	Septiembre	259
Abril	106	Octubre	290
Mayo	137	Noviembre	321
Junio	168	Diciembre	351

Tabla 24: Día del Año

Por la Ecuación 8 y con la ayuda de la Tabla 26 se saca los resultados de la declinación presentados en la Tabla 27.

MES	Declinación (°)	MES	Declinación (°)
Enero	-21.27	Julio	21.18
Febrero	-13.62	Agosto	13.12
Marzo	-2.02	Septiembre	1.81
Abril	9.87	Octubre	-10.33
Mayo	19.26	Noviembre	-19.6
Junio	23.29	Diciembre	-23.4

Tabla 25: Declinación

Una vez sacada la declinación, gracias a las Ecuaciones 13 y 14 se consigue la elevación.

MES	Elevación	MES	Elevación
Enero	55.51	Julio	97.96
Febrero	63.16	Agosto	89.9
Marzo	74.76	Septiembre	78.59
Abril	86.56	Octubre	66.45
Mayo	96.04	Noviembre	57.18
Junio	100.17	Diciembre	53.38

Tabla 26: Elevación.

Para determinar la inclinación óptima de cada mes, se utilizan las ecuaciones 15 y 16.

MES	Inclinación (°)	MES	Inclinación (°)
Enero	34.49	Julio	7.96
Febrero	26.84	Agosto	0.1
Marzo	15.24	Septiembre	11.41
Abril	3.44	Octubre	23.55
Mayo	6.04	Noviembre	32.82
Junio	10.17	Diciembre	36.62

Tabla 27: Inclinación

Las inclinaciones cambian de “lógica” ya que en los meses estivales se necesita mucho menos consumo. Esta inclinación es la óptima para esos meses, pero cabe destacar que la inclinación óptima para la instalación es de entre 12° y 15°.

Con todos los datos anteriores y con ayuda de la Ecuación 9 se calcula el “valor medio anual de irradiación global sobre la superficie horizontal” presentado en la Tabla 30 y la óptima en la Tabla 31.

MES	Irrad. Glob. Horiz KW·h/m ²	MES	Irrad. Glob. Horiz KW·h/m ²
Enero	5.22	Julio	5.48
Febrero	5.74	Agosto	5.36
Marzo	6.62	Septiembre	5.46
Abril	7.07	Octubre	5.49
Mayo	6.44	Noviembre	5.33
Junio	5.82	Diciembre	4.92

Tabla 28: Irradiación Global Horizontal

MES	Irrad. Glob. Opti KW·h/m ²	MES	Irrad. Glob. Opti KW·h/m ²
Enero	6.19	Julio	5.54
Febrero	6.36	Agosto	5.36
Marzo	6.86	Septiembre	5.57
Abril	7.09	Octubre	5.94
Mayo	6.49	Noviembre	6.22
Junio	5.92	Diciembre	5.97

Tabla 29: Irradiación Global Óptima

Para la obtención del Factor de Irradiación, se han utilizado las ecuaciones 10 y 11, dando como resultado los datos expuestos en la Tabla 32.

MES	Factor Radiación	MES	Factor Radiación
Enero	0.94	Julio	1
Febrero	0.97	Agosto	0.98
Marzo	1	Septiembre	1
Abril	0.99	Octubre	0.98
Mayo	1	Noviembre	0.95
Junio	1	Diciembre	0.93

Tabla 30: Factor de Radiación

Por último, se calculan las Horas de Sol Pico (HSP) gracias a la ecuación 12. La HSP son las utilizadas en todas las placas fotovoltaicas para el cálculo final de la energía producida.

MES	HSP / Día	MES	HSP / Día
Enero	5.82	Julio	5.54
Febrero	6.17	Agosto	5.25
Marzo	6.86	Septiembre	5.57
Abril	7.02	Octubre	5.83
Mayo	6.49	Noviembre	5.91
Junio	5.92	Diciembre	5.55

Tabla 31: Horas de Sol Pico por Día

7.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez visto como se calculan y resuelven los diferentes problemas que se plantean en este trabajo, se analizan los resultados y se toman decisiones respecto a las comprar a realizar.

En el ámbito del problema hidráulico se ha decidido que la mejor opción para elevar el agua, desde el nivel freático hasta el depósito elevado, es el bombeo solar sin instalación de baterías. Esta decisión se toma pensando en la simplicidad y en el mayor ahorro al no adquirir las baterías, los elementos más caros de las instalaciones. Como se expuso anteriormente, no son vitales para el buen funcionamiento del sistema.

Analizando los cálculos se observa que la altura de impulsión de la bomba es de aproximadamente 25m. Tras estudiar diferentes posibilidades dentro de las bombas sumergibles, se ha optado por la compra de un sistema de bombeo PS2 – 150 AHR – 07S – 3 que, ante un rendimiento normal, proporcionará un flujo cercano a 1 m³ /h con 0.18KW, llegando a los 1.3 m³ /h en un caso óptimo.

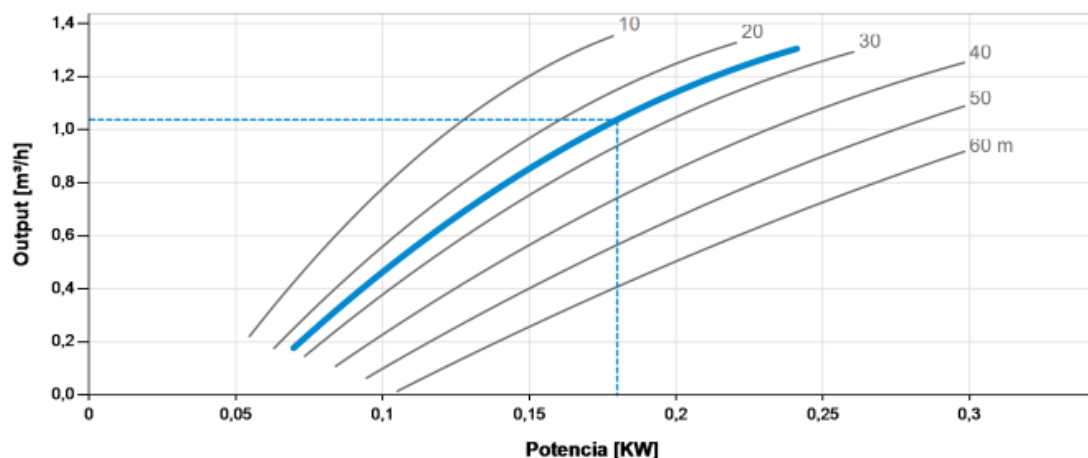


Figura 28:Curvas Características de la Bomba [48]

Dicha bomba y controlador están diseñados para trabajar en instalaciones de un máximo de 60 m con un flujo máximo de 1.4 m³ /h.

El controlador PS2-150 es el encargado de controlar y supervisar el buen funcionamiento de la bomba. Dentro de este control, está la protección contra el bombeo en vacío, ante las elevadas temperaturas y ante sobrecargas entre otros.

Controlador PS2-150

- Controlar y supervisar
- Entradas de control para protección contra operación en seco, control remoto, etc.
- Protegido contra polaridad reversa, sobre carga y temperatura excesiva
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) integrado
- Funcionamiento con batería: protección integrada contra descarga total

Potencia	max. 0,30 kW
Voltaje de entrada	max. 50 V
Óptimo Vmp**	> 17 V
Corriente motor	max. 22 A
Eficiencia	max. 98 %
Temp. del ambiente	-40...50 °C
Modo de protección	IP68



Figura 29:Datos Técnicos del Controlador PS2-150 e Imagen de Bomba y Controlador [48]

La bomba con motor ECDRIVE 150-AHR-S es una bomba sumergible que se caracteriza por su mantenimiento casi nulo debido a su motor CD sin escobillas y su fabricación en acero inoxidable AISI 304 de alta calidad.

Esta bomba tiene una potencia nominal de 0.3kW y una eficiencia que va desde el 0.8 al 0.92.

Motor ECDRIVE 150-AHR-S

- Motor CD sin escobillas - libre de mantenimiento
- Llenada de agua
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304
- Sin elementos electrónicos en el motor

Potencia nominal	0,3 kW
Eficiencia	max. 92 %
Revoluciones motor	600...3.300 rpm
Clase de aislamiento	F
Modo de protección	IP68
Inmersión	max. 150 m

Cabeza de bomba PE AHR-07S***

- Válvula no retorno
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304/316
- Opcional: protección contra operación en seco
- Bomba helicoidal

Eficiencia	max. 55 %
------------	-----------

Undidad de bomba PU150 AHR-07S (Motor, Cabeza de bomba)

Diámetro de perforación	min. 3,5 in
Temperatura del agua	max. 50 °C

Figura 30:Datos Técnicos de Bomba [48]

Como tercer elemento se encuentra el DRY RUN PROTECCION (Protector de bombeo en vacío) que combinado con el WATER LEVEL DETECTION (detector de nivel de agua), que indicará si el depósito está lleno y parará la bomba. Estos dos elementos permitirán el buen funcionamiento y automatización de la instalación.



Figura 31: Dry Run Proteccion y Water Level Detection [48]

Todo esto estará alimentado de una placa fotovoltaica CANADIAN 275-60 de 275 Wp y ayudados por elementos como protector de sobrecargas.

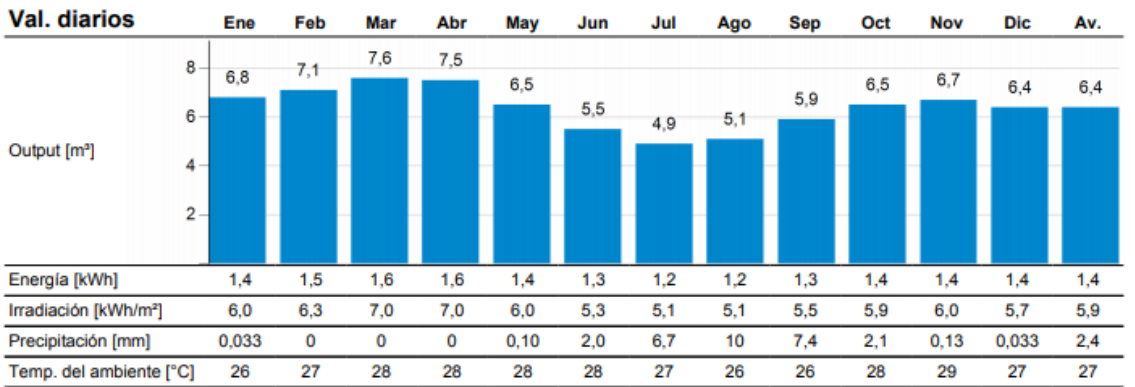


Tabla 32:Aporte de la Bomba Según Mes Del Año ⁴ [48]

⁴ Estudio proporcionado por Loretnz [48]

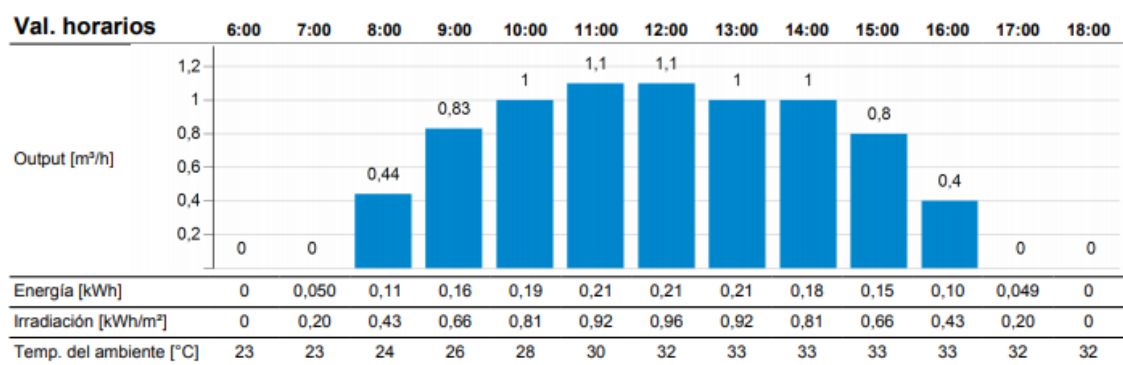


Tabla 33: Caudal Día Medio (marzo) [48]

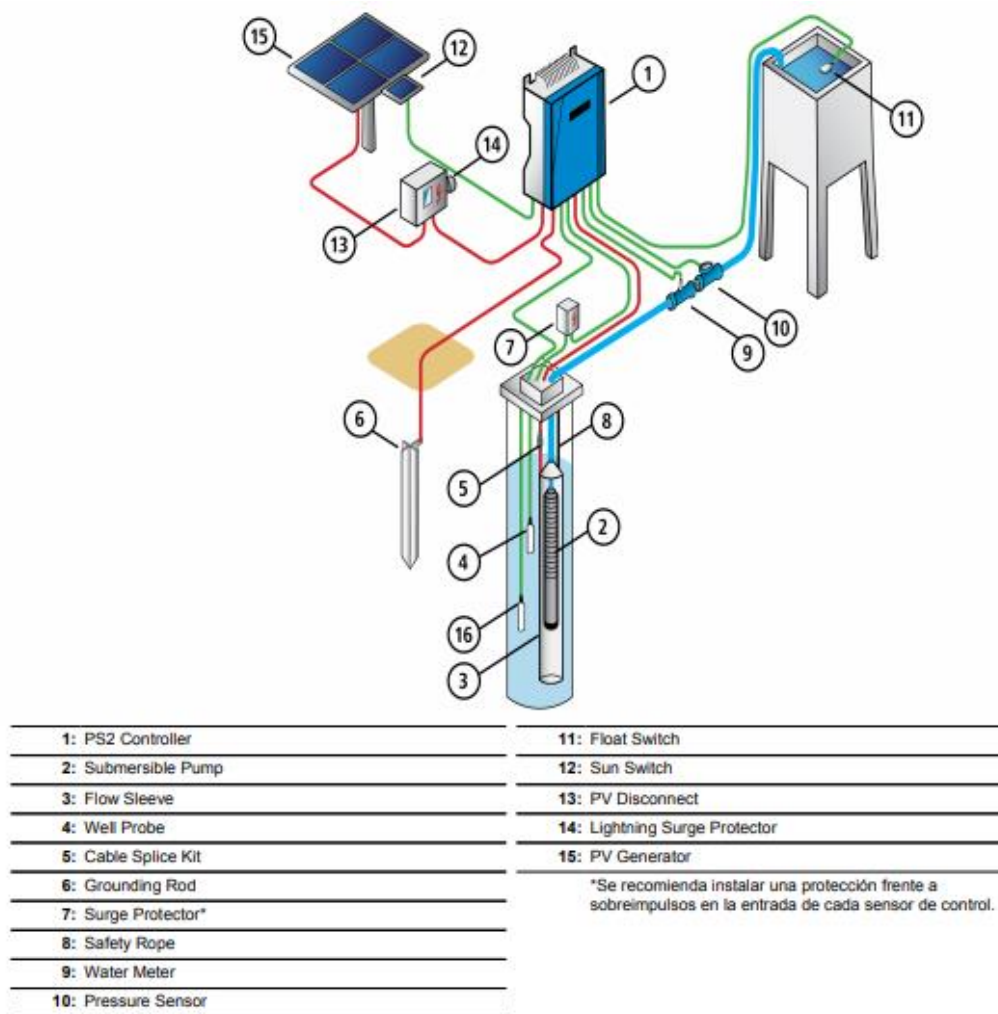


Figura 32: Esquema completo de instalación Bombeo Solar [48]

En la parte energética y tras haber estudiado los gastos actuales y pensando un poco en el futuro del proyecto, con las nuevas ampliaciones planificadas, se ha optado por sobredimensionar ligeramente la instalación.

Dicha instalación constará de:

15 paneles Eldora Ultima de 270 W cada uno, los cuales irán instalados en grupos de 3 paneles conectados en serie y 5 grupos en paralelo. Dichos captadores fotovoltaicos se colocarán en las inmediaciones de la escuela (lado oeste) y aislados ante la peligrosidad que pueden presentar con niños corriendo alrededor.

Electrical Data¹

All Data refers to STC (AM 1.5, 1000 W/m², 25°C)

Peak Power P_{max} (Wp)	255	257.5	260	262.5	265	267.5	270
Maximum Voltage V_{mpp} (V)	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4
Maximum Current I_{mpp} (A)	8.29	8.34	8.40	8.45	8.50	8.56	8.61
Open Circuit Voltage V_{oc} (V)	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.2	38.2
Short Circuit Current I_{sc} (A)	8.82	8.89	8.95	8.98	9.00	9.04	9.08
Module Efficiency η (%)	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4	16.6

1) STC: 1000 W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200 W/m² according to EN 60904-1.

Tabla 34: Datos Técnicos Eldora [49]

Junto a los encargados de la generación, de energía, se instalará una serie de 24 baterías, colocadas a dos niveles para facilitar su mantenimiento. A su vez, estos soportes irán colocados en el interior de un almacén construido expresamente para su colocación.

Las Baterías elegidas son las baterías TOPzS de 2V 442AhC10 – 575AhC100 de Vesna que siendo de 2A cada una, se colocarán de tal forma que podamos tener una instalación a 48^a con una autonomía de dos días.

Tipo de celda	VOLTAJE (V)	LxWxH (mm)	Peso (Kg) vacío / lleno	C10 (Ah) Uf= 1,80V at 20°C	C100 (Ah) Uf= 1,85V at 25°C
3 TOPzS 265	2	198x83x472	12,4/18,4	265	345
4 TOPzS 353	2	198x101x472	16/23,3	353	458
5 TOPzS 442	2	198x119x472	20,2/29	442	575
4 TOPzS 500	2	198x101x720	24,3/35,2	500	650
5 TOPzS 625	2	198x119x720	30,3/43,2	625	812
6 TOPzS 750	2	198x137x720	38,0/53,5	750	975
7 TOPzS 875	2	198x173x720	44,0/64,2	875	1137
8 TOPzS 1000	2	198x191x720	50,2/72,5	1000	1300

Tabla 35: Datos Técnicos Baterías Vesna [50]

Todo esto irá controlado por el sistema inteligente Victron Easysolar 48/3000 que es un inversor cargador de 3000VA que incorpora también un regulador (para los paneles) de 150v/70A y una pantalla Color Control de monitorización con la que permite saber todos los parámetros de la instalación.

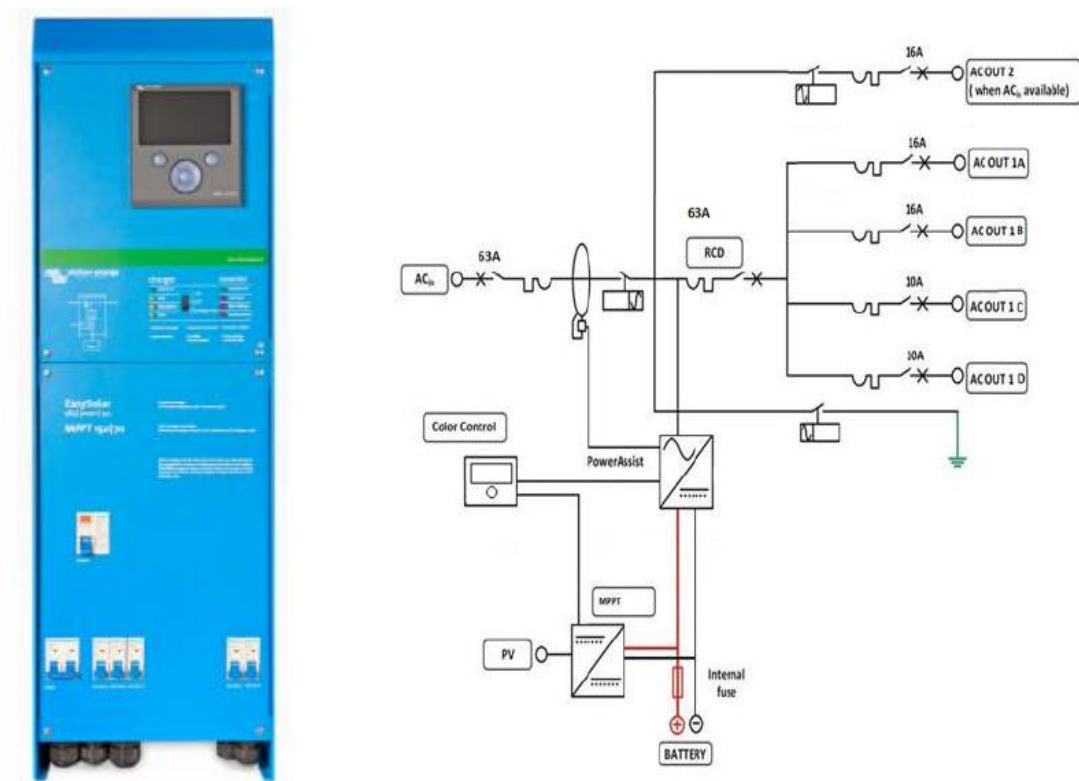


Figura 33: Victron Easysolar 48/3000 con Esquema Eléctrico [48]

Todo esto irá colocado en la caseta y estará unido mediante cables enterrados al sistema eléctrico del edificio. Aparte, en la escuela se contará con un sistema de alumbrado de emergencia para las horas nocturnas el cual será también 100% solar.

Toda la luminaria del colegio estará compuesta por luces LEDs, llevando la eficiencia del colegio Playing al máximo.

8. CONCLUSIONES

Tras este TFG se ha podido llevar a cabo el proyecto real de construir y acondicionar la escuela de 90 alumnos.

La realización de los diversos estudios realizados y explicados anteriormente, han aportado las siguientes conclusiones:

El **estudio climático** aportó que la mejor posición para colocar el colegio era en paralelo a la pared norte del terreno, con orientación Este – Oeste para mejorar la ventilación natural en las aulas. Aparte de para esto, dio las claves para la elección de las energías renovables.

El **estudio de la bomba** a comprar hizo juntar el flujo requerido por el consumo de agua con los 22 metros de altura de impulsión para elegir el grupo de bombeo elegido. Tras llevarlo a la realidad se ha comprobado que la instalación funciona sin problemas y con buen funcionamiento.

La **dimensionalización de la parte energética**, de más complejidad que la anterior, hizo llegar a la conclusión de que el gasto era demasiado elevado para un colegio de las dimensiones actuales. Con ese gran gasto se dispara el coste de la instalación. Pero debido a las facilidades de financiación planteadas por EKI, hizo que se tomara la decisión de sobredimensionar la instalación para las próximas fases de construcción. Dichas fases de construcción futuras, llevarán a multiplicar las clases de Nursery a 6 y la construcción de una escuela completa de primaria de 6 aulas y despachos.

Por la parte de las tecnologías propuestas para reducir los consumos, ha sido imposible llevarlas a cabo durante la realización de este TFG.

Por la imposibilidad de la presencia de alguien con conocimientos, capaz de fabricar, formar a otros y colocar las lámparas Moser una vez se instalaran las cubiertas, se ha dejado pospuesto para el verano de 2019.

De igual forma, se hizo una serie de presentaciones al pueblo de este tipo de tecnología aplicada, no gustando a la mayoría de la comunidad. Esta alega el no conocimiento de su funcionamiento y la poca confianza de que esto, conlleve una mejora en sus vidas. Pero dejando la mente abierta a aceptar formación y ayuda una vez las vean colocadas en la escuela.

Tras presentar el proyecto de los sanitarios secos y ecológicos a los profesores, Mr. Enjae, Mr Camara y Awa Boyand y al director de la escuela Al-Jayi, se decidió no utilizar esta tecnología para la escuela de infantil, pero está estudiándose para su construcción y uso en la ampliación de educación primaria

Esta decisión se tomó en base a la consideración de lo complicado y lioso que sería para los niños de estas edades, tener dos sistemas tan diferentes de saneamiento.

Todo esto lleva a poder actuar de cierta manera ante el verdadero objetivo de este proyecto. El permitir de mayor o menor manera el acceso a una educación digna a la comunidad de Basori. Así como el aumento de su capacidad de actuación y libertad futura.

La diferencia entre la población con o sin estudios en este tipo de países es inmensa y se acentúa con la edad. Si es posible ayudar a la realización personal de estos chicos y chicas y que estos “pequeños” sean quienes puedan cambiar la situación del país desde dentro, será uno de los mejores resultados.

La educación de los niños de hoy es lo que hará que no tengan que cruzar el desierto y el océano para buscarse oportunidades emigrando.

En lo personal, ha sido una experiencia vital enorme, que, junto a las muchas horas de trabajo, tanto previo al viaje como en Gambia, me han hecho madurar y coger confianza.

Muchos de los conceptos aprendidos durante la carrera de forma teórica no aparecen en este trabajo, al querer plasmar la forma real de trabajo en estos casos. Se muestran las herramientas con las que se ha trabajado para poder llegar a trabajar sobre el terreno con el mayor número de cabos atados posibles.

El trabajar fuera del papel, informándome de las necesidades básicas. Reuniones con la ONG, con la Fundación EKI, con proveedores, incluso entrevistas con constructores en Gambia, debido a mi papel como coordinador del equipo de construcción, me han servido para aprender día a día y saber de primera mano cómo se trabaja, como se trata e incluso como se compra, ya sea yendo a empresa, a ferias como Genera en IFEMA o incluso como se trabaja en Gambia.

El proyecto es muy sólido, muy fiable y es un proyecto el cual, cuando termine esta fase, se irá de cabeza a otras ampliaciones. En las cuales, si tengo la oportunidad de trabajar, será con la ventaja de tener todo esto a la espalda.

9. ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO

En este epígrafe se estudian tanto el presupuesto de realización del proyecto como los presupuestos de la puesta en marcha del mismo. A su vez, la descripción de lo que se “gana” con la puesta en marcha de este proyecto.

9.1. PRESUPUESTO PROYECTO

El hacer este proyecto realidad tiene un coste el que se ha dividido en dos partes. Las compras realizadas en España y mandadas por transporte marítimo a Gambia y los gastos realizados en el propio país.

En primer lugar, se exponen los realizados en España. Estos están financiados en su mayoría por la Fundación EKI, que se encarga de las compras, por su mayor experiencia y sus facilidades. Dicha fundación también será la encargada de darnos apoyo en la parte de instalación en el terreno de la escuela.

Descripción	Precio (€)	Unidades	Precio Total (€)
BATERIA VESNA 5 TOPZS 442 AH C10-575 C100	107.00	25	2675.00
ELDORA ULTIMA SERIES SILVER 60/270 WP	112.00	16	1792.00
TORNILLO TOPZS	0.00	50	0.00
PUENTE FLEXIBLE 70X130	0.00	24	0.00
PUENTE FLEXIBLE 120X300	0.00	4	0.00
EASYSOLAR 48/3000/35-50 MPPT 150/70 COLOR CONTROL	1316.25	1	1316.25
CONECTOR MC4 MACHO	0.00	12	0.00
CONECTOR MC4 HEMBRA	0.00	12	0.00
CABLE SOLAR TUV 1X4 NEGRO	0.73	300	219.00
CABLE SOLAR 1X6 NEGRO LIBRE HALOGENOS	3.40	15	51.00
BOBINA MADERA	0.00	1	0.00
TOR EXAG D.933 A2 M-8X30	0.1052	75	7.89

TUERCA EXAG D.934 A2 M-8	0.0346	75	2.595
ARANDELA PLANA D.125 A2 M-8	0.0108	150	1.62
ARANDELA GROWER D.127 A2 M-8	0.0120	75	0.90
ENCHUFE BIPOLAR KRISTAL BLANCO	3.79	1	3.79
INTERRUP/CONNUT KRISTAL BLANCO	3.99	1	3.99
CABLE H07U-K-6HH CERDE/AMARILLO 25M	15.25	1	15.25
TACOS NYLON 5X25MM	1.95	1	1.95
CARTEL PVC RIESGO ELECTRICO	1.99	1	1.99
TACOS NYLON 8MM	5.49	1	5.49
BOLSA MEDIANA	0.08	1	0.08
TACO PRESION DISTANCIADOR M- 8	0.1313	100	13.13
CINTA AISLANTE 20M X 19MM X 0.15MM NEGRO	0.755	2	1.51
CINTA AISLANTE 20M X 19MM X 0.15MM ROJO	0.755	2	1.51
BASE PORTAFUSIBLES 10X38 32A	2.092	11	23.02
FUSIBLE UTE 32^a 10X38	0.53	1	0.53
CABLE PVC RV-K 3G4MM 1X70MM 0.6/1KV	1.163	4	4.66
PKE-410 PUNTERA HUECA 4MM L=9MM	0.0176	100	1.76
PROTECTOR SOBRETENSION TRANSITORIA	63.76	1	63.76
CABLE PVC RV-K 1X70MM 0.6/1KV	5.846	5	29.23
CBM A14 – M10 TERMINAL 70MM M10	1.1237	8	8.99
CABLE PVC RV-K 3G6MM 1.6/1KV	1.72	3	5.16
CONMUTADOR	34.03	1	34.03
CAJA FLEXO IP55	4.23	1	4.23

CAJA SUP. VECTOR	39.48	1	39.48
FUSIBLE UTE 10X38 TO NEUTRO	0.315	4	1.26
OBTURADOR ANCHO 1 MODULO	0.55	5	2.75
BASE PORTAFUSIBLE 10X38 32A	2.09	1	2.09
FUSIBLE UTE 16A 10X38	0.514	10	5.14
FUSIBLE CILINDRICO GPV 10X38 15A	1.75	30	52.5
BASE FUSIBLE 10X38 1000 VDC/EFH	5.58	12	55.69
BRIDA 7 6X299 NEGRA	0.104	100	10.40
BRIDA 4 8X287 NEGRA	0.05	300	15.02
TACO PRESION M-8 NEGRO	0.559	100	5.59
CINTA SCOTCH 23	4.58	1	4.58
PICA 1.5ML 100 MICRAS	7.496	3	22.49
GRAPA CABLE/ PICA 40	1.573	3	4.72
CABLE CU DESNUDO 16MM TOMA TIERRA	8.70	0.43	3.78
CABLE PVC	2.298	20	45.98
MODULO REC 275PE	112.75	1	112.75
PS150 CONTROLLER	184.25	1	184.25
PU150 HR-07S-3	661.10	1	661.10
WELL PROBE SENSOR	37.40	1	37.40
SURGE PROTECTOR	12.65	1	12.65
CABLE SPLICE 2.05- 6MM	8.649	1	8.649
PORTAFUSIBLES 10X38 30ª 1000V	2.1585	2	4.317
FUSIBLE 10ª 1000V	3.217	1	3.217
CAJA ESTANCA 4 ELEMENTOS	8.235	1	8.235
CABLE SOLAR 6MM NEGRO	0.799	4	3.197
CABLE SOLAR 6MM ROJO	0.799	4	3.197
CABLE POWEFLEX	1.846	30	55.40
CONECTOR MULTICONTACT HEMBRA	1.566	1	1.566

CONECTOR MULTICONTACT PICA COBRE	1.199	1	1.199
ABRAZADERA PICA COBRE	0.877	1	0.877
CABLE 1X10MM 0.6/1KV TIERRA	0.932	3	2.796
GASTO TRANSPORTE ORDUÑA	22.00	1	22.00
TRANSPORTE TIBA	1060.42	1	1060.42
TOTAL	9003.63		

Tabla 36: Gastos Realizados en España

Como vemos, de España se importa el gran grueso del proyecto. Esto es debido a que adquirirlo en España y posteriormente embarcarlo hasta el puesto de Banjul (con sistema de grupaje) es más económico que la adquisición de este tipo de materiales en Gambia. Esto se debe a que, al comprarlo allí, se le suma un impuesto más una cantidad extra, no oficial, por ser una entidad de “blancos”. Otro aspecto de la compra en España es la poca variedad de stock en países como el de destino.

En los gastos generados en Gambia, se pueden encontrar elementos más primarios pero necesarios, como pueden ser la mano de obra para la instalación y los objetos realizados en herrería.

DETALLE	PRECIO GAMBIA	PRECIO EURO
MANO DE OBRA	5500 GMD	100€
VOLUNTARIOS	0 GMD	0€
SOPORTE PLACAS	4785 GMD	87€
SOPORTE BATERIAS	2815	51.20€
HORMIGÓN	Metido en Presupuesto de Construcción del Colegio	
CONSTRUCCIÓN POZO	Metido en Presupuesto de Construcción del Colegio	
TOTAL	13101 GDM	238.2

Tabla 37: Gastos Realizados en Gambia

Estos gastos sí que se quedan 100% allí por un tema muy sencillo. Lo que se intenta en este Proyecto, es la cooperación y no se puede hacer todo sin tener en cuenta a los miembros de la comunidad.

Aunque las ganancias del país no son simplemente monetarias. Este es un proyecto destinado a que los más pequeños tengan educación desde sus primeros años y consigan tener una sabiduría que les abran oportunidades en un futuro y no tengan que emigrar para buscar un futuro mejor.

9.2. GASTOS REALIZACIÓN TFG

Aquí se presentan los gastos necesarios para la realización del proyecto. En estos gastos están prácticamente reflejados solo los gastos de viaje debido a que las herramientas con las que se ha realizado este proyecto como programas y ordenadores, han sido gratuitos o en su defecto ya estaban en posesión.

Se han reflejado los datos de la forma más fiel posible en la Tabla 38.

DETALLE	PRECIO
VIAJE MADRID – BANJUL - MADRID	556€ + 115€
DESPLAZAMIENTO TOLEDO – MADRID - TOLEDO	18€
ALOJAMIENTO	260€
GASTOS EN GAMBIA	150€
DESPLAZAMIENTO GAMBIA	14€
EQUIPACIÓN	314€
TOTAL	1427€

Tabla 38: Gastos Viaje

10. MARCO REGULADOR

Como se ha expresado en la introducción, se toma como referencia las normativa europea ante la falta de normativa obligatoria en Gambia. Entendiendo que estas normas serán más duras y restrictivas

Normas que se aluden:

- **Directiva 2004/108/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, número 390, de 31 de diciembre de 2004
- **Directiva 2006/42/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las Máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE. Diario Oficial de la Unión Europea, número 157, de 9 de junio de 2006.
- **Directiva 2006/95/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Diario Oficial de la Unión Europeo, número 374, de 27 de diciembre de 2006

- International Standard **IEC 61702/1995**. Rating of direct coupled photovoltaic (PV) pumping systems.
- International Standard **IEC 60896-22/2004**. Stationary lead-acid batteries. Part 22: Valve regulated types. Requirements
- International Standard **IEC 61000-6-3/2006**. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments.
- International Standard **IEC 62109-1/2010**. Safety of power converters for use in photovoltaic power systems. Part 1: General requirements.
- International Standard **IEC 61701/2011**. Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules.
- International Standard **IEC 61000-3-3/2013**. Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-3: Limits. Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection.
- International Standard **IEC 61427-1/2013**. Secondary cells and batteries for renewable energy storage. General requirements and methods of test. Part 1: Photovoltaic off-grid application.
- International Standard **IEC 62716/2013**. Photovoltaic (PV) modules. Ammonia corrosion testing
- Norma Europea **EN 55014-2/2015**. Electromagnetic compatibility. Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus. Part 2: Immunity. Product family standard.

- International Standard **IEC TS 62804-1/2015**. Photovoltaic (PV) modules. Test methods for the detection of potential-induced degradation. Part 1: Crystalline silicon
- International Standard **IEC 60335-2-29/2016**. Household and similar electrical appliances. Safety. Part 2-29. Particular requirements for battery chargers.
- International Standard **IEC 61000-6-1/2016**. Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-1: Generic standards. Immunity standard for residential, commercial and light-industrial environments.
- International Standard **IEC 61000-6-2/2016**. Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-2: Generic standards. Immunity standard for industrial environments.
- International Standard **IEC 61000-6-3/2006**. Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-3: Generic standards. Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments.
- International Standard **IEC 61215-2/2016**. Terrestrial photovoltaic (PV) modules. Design qualification and type approval. Part 2: Test procedures
- International Standard **IEC 61730-1/2016**. Photovoltaic (PV) module safety qualification. Part 1: Requirements for construction.
- Norma Europea **EN 55014-1/2017** Electromagnetic compatibility. Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus. Part 1: Emission

11. BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Eco, “Folleto Construcción Lampara Moser.” [Online]. Available: <https://www.concienciaeco.com/2013/08/18/diy-como-hacer-luz-con-una-botella-de-plastico/>
- [2] J. A. S. Perales, “De los Objetivos del Milenio al desarrollo sostenible: Naciones Unidas y las metas globales post-2015,” no. 7, pp. 49–84, 2014.
- [3] Weatherspark, “Horas de Luz Natural.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [4] Weatherspark, “Velocidad Promedio del Viento.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [5] Weatherspark, “Horas de Salida y Puesta del Sol.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [6] B. E. and Keen, “bomba Afridev.” 1994.
- [7] Rossana, “El Problema Africano del acceso a la energía,” 2018. [Online]. Available: <http://www.trace-software.com/es/el-problema-africano-del-acceso-a-la-energia/>
- [8] O. Playing, “Alumnos Playing.” 2017 [Online]. Available: https://www.facebook.com/pg/PlayingSpain/photos/?ref=page_internal
- [9] Google, “Mapa Gambia.” [Online]. Available: <https://www.google.es/maps>
- [10] Weatherspark, “Temperatura Máxima y Mínima Promedio.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [11] Weatherspark, “Precipitación Mensual Promedio.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [12] U. de Alcalá, “Comparación Bombas.”.
- [13] Taringa, “Generador de energía mediante olas” [Online]. Available: www.taringa.com
- [14] J. I. P. Masso, “Cambio Político En Gambia,” Universidad Complutense de Madrid, 2018.
- [15] Autosolar, “Bomba Sumergible.” [Online]. Available: <https://autosolar.es>
- [16] Weatherspark, “Energía Solar Incidente.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [17] Ángela Gago Rodríguez *et al.*, “Objetivos de Desarrollo Sostenible,” 2018.

- [18] C. Renovables, “Bombeo Solar Campo.” [Online]. Available: <http://clickrenovables.com>
- [19] Watherspark, “Nubosidad.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [20] C. Renovables, “Esquema Instalación Bombeo Solar.” [Online]. Available: <http://clickrenovables.com>
- [21] Wikipedia, “Central Geométrica de Nesjavellir, Islandia.” [Online]. Available: www.wikipedia.com
- [22] AutoSolar, “Bomba Centrífuga” [Online]. Available: <https://autosolar.es/horizontales-monofasicas/bomba-superficie-centrifuga-ideal-2cv-hxd-200m>
- [23] I. Mundi, “Index Mundi,” vol. 16, p. 2015, 2015.
- [24] C. Eco, “Como hacer luz con una botella de plástico,,” 2013. [Online]. Available: <https://www.concienciaeco.com/2013/08/18/diy-como-hacer-luz-con-una-botella-de-plastico/>
- [25] Watherspark, “Dirección del Viento” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [26] Weatherspark, “Resumen Clima.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [27] C. Renovables, “Esquema Altura de Impulsión.” [Online]. Available: <http://clickrenovables.com>
- [28] Weatherspark, “Temperatura Promedio Por Hora.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [29] A. I. de la Energía, “10 Argumentos a favor de las energías renovables - Sostenibilidad para todos,” 2015.
- [30] U. de Alcalá, “Declinación.” .
- [31] TControl, “Diámetro Tuberías.” [Online]. Available: <http://www.tlcontrol.com/CalcularDiametroTuberia.aspx>
- [32] Weatherspark, “Probabilidad de Precipitación.” [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com>
- [33] Baumann, “bomba Indian Mark III.” 2000.
- [34] O. Playing, “Voley Playing,” 2017. [Online]. Available: https://www.facebook.com/pg/PlayingSpain/photos/?ref=page_internal
- [35] A. C. Soto, “Consumo de Agua en el Hogar,” Universidad Carlos 3 de Madrid, 2012.

- [36] F. para el D. S. y R. Ambiental, “Bomba de Mecate.” [Online]. Available: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=847>
- [37] U. de Alcalá, “Diferencias y Características Células Fotovoltaicas.” .
- [38] E. Fundación, “Logo Fundación EKI,” 2016. .
- [39] O. Playing, “Grupo Humano Playing,” 2017. [Online]. Available: https://www.facebook.com/pg/PlayingSpain/photos/?ref=page_internal
- [40] U. de Jaen, “Efecto Fotoeléctrico ,” .
- [41] Acciona, “Energía Renovables.” [Online]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- [42] N. Geographic, “Energía Solar Fuente Inagotable.” [Online]. Available: nationalgeographic.com
- [43] Efimarket, “La Hora Solar Pico,” 1/03/18. [Online]. Available: <https://www.efimarket.com/blog/la-hora-solar-pico-hsp-sirve-calcularlo/>
- [44] “Declinación,” 2018. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Declinaci%C3%B3n_solar
- [45] S. S. Limites, *Manual de construcción de Baño Ecológico Seco*. .
- [46] A. S. de C. I. para el Desarrollo and F. F. E.- México, *Saneamiento Ecológico*. 1999.
- [47] I. N. de T. Industrial, *Sistema de Saneamiento Seco con Separación de Orina (Baño Seco)*. 2016.
- [48] S. Orduña and B. L. G. & Co, “Informe Escuela En Gambia 90 Alumnos,” 2018.
- [49] V. Solar, “Eldora Ultima Silver Series.” [Online]. Available: www.vikramsolar.com
- [50] V. S. Batteries, “Catalogo Vesna.
- [51] R. V. Giles, J. B. Evett, and C. Liu, *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. McGraw Hill, 1999.

12. ANEXO 1.

FICHAS

TÉCNICAS

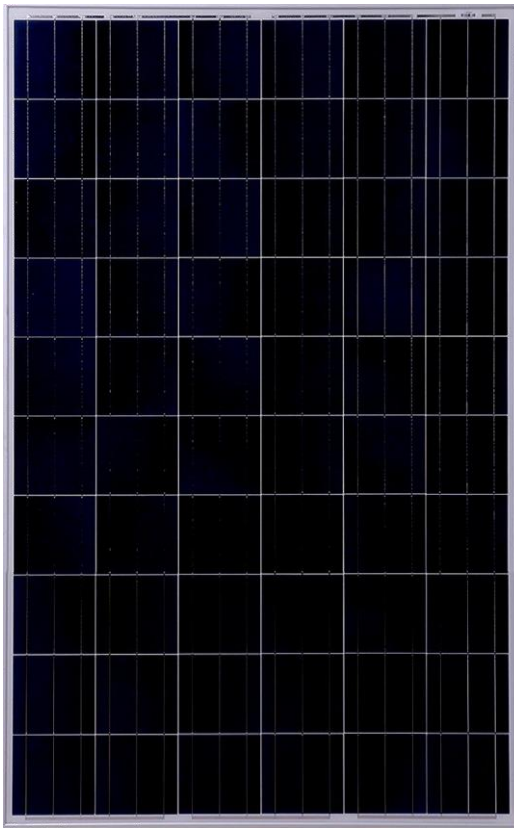
ELDORA

HIGH EFFICIENCY SOLAR PV MODULES



ELDORA VSP.60.AAA.03 | POLYCRYSTALLINE SOLAR PV MODULES | 60 CELLS | 255-270 WATT

ELDORA ULTIMA SILVER SERIES



Designed for very **HIGH AREA EFFICIENCY** ideally suited for roof-top and ground-mounted applications



Up to +2.5 Wp **POSITIVE POWER OUTPUT TOLERANCE GUARANTEED** ensuring faster ROI



Extremely **RELIABLE PRODUCT** suiting all environment conditions



Engineered to provide **EXCELLENT LOW LIGHT RESPONSE**



Extremely **NARROW POWER BINNING TOLERANCE** to reduce current mismatch loss in single string



QUALITY AND SAFETY

- ss 27 years of linear power output warranty **
- ss Rigorous quality control meeting the highest international standards
- ss 100% EL tested to ensure micro crack free modules
- ss Certified for PID resistance
- ss Certified for salt mist corrosion resistance – severity VI

- ss Certified for ammonia resistance
- ss Compatible with K2, HILTI & Schletter structures for short and long side clamping
- ss 3rd Party PAN file validated by PVEL ss Approved by OST energy

APPLICATIONS

- ss On-grid large scale utility systems
- ss On-grid rooftop residential and commercial systems
- ss Off-grid residential systems



TECHNICAL DATA

ELDORA ULTIMA SILVER SERIES



THIS DATASHEET IS APPLICABLE FOR: ELDORA VSP.60.AAA.03 (AAA=255-270)

Electrical Data¹

All Data refers to STC (AM 1.5, 1000 W/m², 25°C)

Peak Power P _{max} (Wp)	255	257.5	260	262.5	265	267.5	270
Maximum Voltage V _{mpp} (V)	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4
Maximum Current I _{mpp} (A)	8.29	8.34	8.40	8.45	8.50	8.56	8.61
Open Circuit Voltage V _{oc} (V)	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.2	38.2
Short Circuit Current I _{sc} (A)	8.82	8.89	8.95	8.98	9.00	9.04	9.08
Module Efficiency η (%)	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4	16.6

1) STC: 1000 W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM 1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200 W/m² according to EN 60904-1.

Electrical Parameters at NOCT₂

Power (W)	188.9	191.6	192.8	193.5	194.7	196.0	197.8
V@P _{max} (V)	27.8	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1	28.2
I@P _{max} (A)	6.80	6.89	6.90	6.93	6.94	6.97	7.00
V _{oc} (V)	35.1	35.2	35.4	35.4	35.5	35.6	35.7
I _{sc} (A)	7.14	7.20	7.24	7.27	7.28	7.32	7.35

2) NOCT irradiance 800 W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/sec

Temperature Coefficients (T_c)

permissible operating conditions

T _c of Open Circuit Voltage (β)	-0.31%/°C
T _c of Short Circuit Current (α)	0.058%/°C
T _c of Power (γ)	-0.41%/°C
Maximum System Voltage	1000 V
NOCT	45°C ± 2°C
Temperature Range	-40°C to + 85°C

Mechanical Data

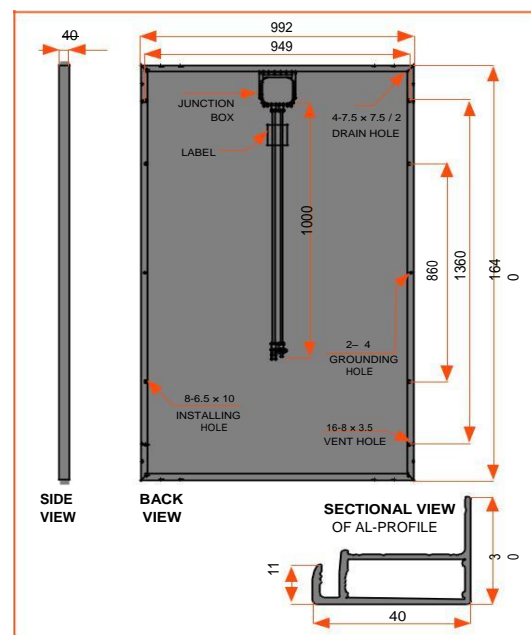
Length × Width × Height	1640 mm × 992 mm × 40 mm
Weight	18.50 kg
Junction Box	IP67, 3 bypass diodes
Cable & Connectors	1000 mm length cables, SOLARLOK PV4 connectors (MC4 compatible)
Application Class	Class A (Safety class II)
Superstrate	High transmission low iron tempered glass, AR coated
Cells	60 polycrystalline solar cells, 3 bus bars
Cell Encapsulant	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Back Sheet	Composite film
Frame	Anodized aluminium frame with twin wall profile
Mechanical Load Test	5400 Pa
Maximum Series Fuse Rating	15 A

Warranty and Certifications

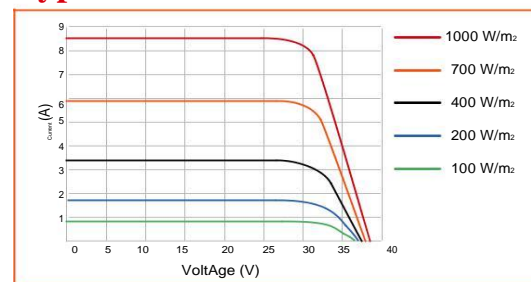
Product Warranty**	12 years
Performance Warranty**	Linear power warranty for 27 years with 2.5% for 1st year degradation and 0.67% from year 2 to year 27
Approvals and Certificates	IEC 61215 Ed2, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716, UL1703, CE, MCS, CEC, PV Cycle, IEC 62804, CAN/CSA 61730, CEC (Australia), JET

** Refer to Vikram Solar's warranty document for terms and conditions.

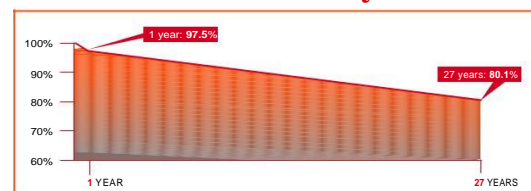
Dimensions in mm



Typical I-V Curves



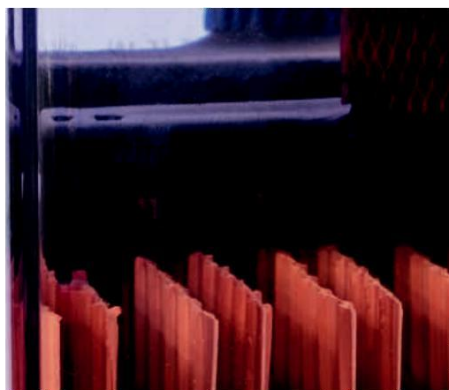
Performance Warranty



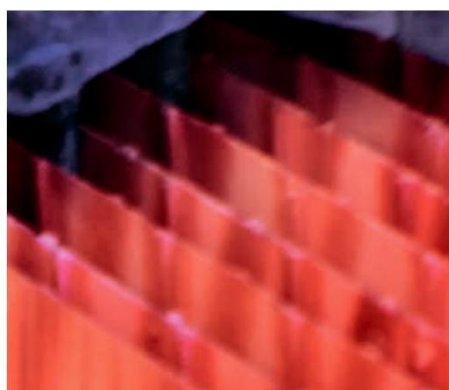
Packaging Information

Container	20'GP	40'GP	40'HC
Pallets/Container	10	28	28
Pieces/Container	250	700	700

BATERÍAS SOLARES



VESNA





LAS BATERÍAS VESNA OPzS SE FABRICAN CON LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL DE PLOMO-ÁCIDO

Las baterías estacionarias del tipo OPzS están destinadas al suministro de instalaciones de energía solar fotovoltaica, telecomunicaciones, ordenadores, iluminación de emergencia, sistemas de alarmas, sistemas de control y vigilancia en plantas de energía y estaciones eléctricas estaciones de tren, aeropuertos, etc...



Diseño

ELECTRODO POSITIVO

- Placa Tubular con baja aleación de antimonio (<2%)

ELECTRODO NEGATIVO

- Placa plana con expansor de larga duración

SEPARACIÓN

- Separador microporoso

ELECTRÓLITO

- Ácido sulfúrico peso específico de 1,24 g/cm³

RECIPIENTE

- Alta resistencia a impactos, material transparente SAN

TAPA

- ABS (SAN) * en color gris dependiendo del modelo

ELEMENTOS CON CELDAS CIEGAS

- 4V, 6V, 8V, 10V

TAPONES

- Tapones cerámicos según norma DIN 40740

POLOS SELLADOS

- 100% hermético. Evita fugas de gas y electrolito

CONECTOR

- Cable de cobre aislado flexible con sección transversal de 35, 50, 70, 95 o 120 mm² (35, 50 o 70 mm²) *

TIPO DE PROTECCIÓN

- IP 25 respecto a la norma DIN 40050, contacto protegido según VBG4

Carga

IU - CARACTERÍSTICAS

- I_{max} sin límite

CARGA DE FLOTACIÓN

- U = 2,23 V / celda ± 1%, entre 10°C y 30°C • U/T = -0,004 V/K por debajo de 10°C de promedio mensual

CARGA INICIAL

- U = 2,35 a 2,40 V / celda, tiempo limitado

Características de descarga

TEMPERATURA DE REFERENCIA

- 20°C en el C10 (1,80 V / celda) y 25°C en C100 (1,85 V / celda)

CAPACIDAD INICIAL

- 100 %

INTENSIDAD DE DESCARGA

- Normalmente hasta el 80%
- Más del 80% POD o descargas mas allá de las tensiones de descarga final (independientes de la corriente de descarga) tienen que ser evitadas

Datos operativos

VIDA ÚTIL

- Hasta 20 años (18 años) * a 20°C

INTERVALO ENTRE RELLENO DE AGUA

- Más de 2 años a 20°C

AUTODESCARGA

- Aprox. 2% meses a 20°C

TEMPERATURA OPERATIVA

- -20°C a 55°C, 10°C a 30°C

REQUISITOS DE VENTILACIÓN

- F1 = 0,5 (aleación de bajo antimonio) según NORMATIVA EN 50272-2

MEDIDAS DE CONFORMIDAD CON

- DIN 40 737 parte 1

PRUEBAS DE CONFORMIDAD

- IEC 896-1

NORMAS DE SEGURIDAD

- VDE 0510 parte 2 y EN 50272-2

TRANSPORTE

- Estas mercancías NO SE CONSIDERAN MERCANCIAS PELIGROSAS durante el transporte por carretera

3 AÑOS DE GARANTÍA AL 100%

- Stock inmediato de todas las referencias.
- 5 almacenes logísticos (Madrid, Barcelona, Valencia, Mallorca y Canarias).
- Línea de producción independiente y preferente

Tipo de celda	VOLTAJE	LxWxH	Peso (Kg)	C10 (Ah)	C100 (Ah)
BLOQUES					
12v 1 OPzS 50	12	272x205x392	26/39	51	73
12v 2 OPzS 100	12	272x205x392	38/50	103	146
12v 3 OPzS 150	12	380x205x392	53/69	154	218
6V 4 OPzS 200	6	272x205x392	36/47	204	291
6v 5 OPzS 250	6	380x205x392	44/61	255	364
6v 6 OPzS 300	6	380x205x392	52/68	307	437
CELDAS					
2 OPzS 100	2	103x206x420	8,7/13,7	109	151
3 OPzS 150	2	103x206x420	11/16	158	226
4 OPzS 200	2	103x206x420	13/18	212	301
5 OPzS 250	2	124x206x420	16/22	264	376
6 OPzS 300	2	145x206x420	18/26	317	452
5 OPzS 350	2	124x206x536	20/29	385	527
6 OPzS 420	2	145x206x536	24/34	465	632
7 OPzS 490	2	166x206x536	28/39	540	737
6 OPzS 600	2	145x206x711	35/50	654	903
8 OPzS 800	2	210x191x711	46/65	868	1204
10 OPzS 1000	2	210x233x711	57/80	1090	1510
12 OPzS 1200	2	210x275x711	66/93	1304	1810
12 OPzS 1500	2	210x275x861	88/119	1659	2260
16 OPzS 2000	2	212x397x837	115/160	2200	3010
20 OPzS 2500	2	212x487x837	145/200	2751	3760
24 OPzS 3000	2	212x576x837	170/240	3298	4520

Las baterías estacionarias del tipo OPzS se fabrican según norma DIN 40736, EN 60896, EN 61427 y IEC 896-1 y sus reglamentos.

La densidad del ácido en una celda con carga eléctrica es 1,24 ± 0,1 kg / l a 293° K (20°C +). Los ciclos no deben superar el 80% de la capacidad nominal. Una descarga

MANTENIMIENTO

CADA 6 MESES

- Revise el voltaje y la densidad de la batería así como su temperatura en cada elemento (vaso)

CADA 12 MESES



BATERIAS ESTACIONARIAS VESNA TOPzS DE BAJO MANTENIMIENTO

Las baterías estacionarias topzs se fabrican de acuerdo a la normativa din 40736, en 60896 y iec 896-1. Los acumuladores individuales (2v) están fabricados en recipientes de polipropileno translúcido. Las baterías estacionarias del tipo topzs están especialmente diseñadas para instalaciones solares. Debido a su extremada baja descarga las placas positivas tubulares son adecuadas para sistemas solares o°-grid (aislados).



TOPzS elementos 2V

Diseño

ELECTRODO POSITIVO

- Placa Tubular con baja aleación de antimonio (<2%)

ELECTRODO NEGATIVO

- Placa plana con expansor de larga duración

SEPARACIÓN

- Separador microporoso

ELECTROLITO

- Ácido sulfúrico peso específico de 1,24 g/cm³

RECIPIENTE

- Polipropileno Transparente

TAPA

- Polipropileno en color verde

SELLADO DEL BORNE

- Estanqueidad al 100% de gas y electrolito, junta de goma de alta densidad

TERMINALES

- Terminal hembra (M10) tratado. Perfecto contacto y baja resistencia con cables de conexión flexibles.

CONEXIÓN

- Cable de cobre flexible y aislado, con una sección transversal de 35, 50, o 70 mm²

BORNE ATORNILLADO

- M10, acero, aislado

Carga

IU - CARACTERÍSTICAS

- I_{max} sin límite

CARGA DE FLOTACIÓN

- U = 2,23 V / celda ± 1%,

CARGA INICIAL

- U = 2,35 a 2,40 V / celda

Características de descarga

TEMPERATURA DE REFERENCIA

- 20°C en el C10 (1,80 V / celda) y 25°C en C100 (1,85 V / celda)

CAPACIDAD INICIAL

- 100 %

INTENSIDAD DE DESCARGA

- Normalmente hasta el 80%
- Más del 80% POD o descargas mas allá de las tensiones de descarga final (independientes de la corriente de descarga) tienen que ser evitadas

Datos operativos

VIDA ÚTIL

- Hasta 15 años

AUTODESCARGA

- Aprox. 3% por mes a 20°C

TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO

- -20°C a 55°C, se recomienda su uso entre 10°C a 30°C

NORMATIVAS

- IEC 896-1, EN 60896-1, EN 61427

NORMA DE SEGURIDAD, VENTILACIÓN

- EN 50272-2

TRANSPORTE

- Estas mercancías NO SE CONSIDERAN MERCANCÍAS PELIGROSAS durante el transporte por carretera

3 AÑOS DE GARANTÍA AL 100%

- Stock inmediato de todas las referencias.
- 5 almacenes logísticos (Madrid, Barcelona, Valencia, Mallorca y Canarias).
- Línea de producción independiente y preferente

Tipo de celda	VOLTAJE (V)	LxWxH (mm)	Peso (Kg) vacía / llena	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20°C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25°C
3 TOPzS 265	2	198x83x472	12,4/18,4	265	345
4 TOPzS 353	2	198x101x472	16/23,3	353	458
5 TOPzS 442	2	198x119x472	20,2/29	442	575
4 TOPzS 500	2	198x101x720	24,3/35,2	500	650
5 TOPzS 625	2	198x119x720	30,3/43,2	625	812
6 TOPzS 750	2	198x137x720	38,0/53,5	750	975
7 TOPzS 875	2	198x173x720	44,0/64,2	875	1137
8 TOPzS 1000	2	198x191x720	50,2/72,5	1000	1300

Las baterías estacionarias del tipo TOPzS se fabrican según norma DIN 40736, EN 60896, EN 61427 y IEC 896-1 y sus reglamentos.

La densidad del ácido en una celda con carga eléctrica es 1,24 ± 0,1 kg / l a 293° K (20°C +). Los usuarios no deben superar el 80% de la capacidad nominal. Una descarga profunda puede reducir la vida útil de la batería.

MANTENIMIENTO 106

CADA 6 MESES

- Revise el voltaje y la densidad de la batería así como su temperatura en cada



BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO GELIFICADAS, REGULADAS POR VÁLVULA VRLA, SON LA FUENTE DE ENERGÍA IDEAL PARA MUCHAS APLICACIONES EN STAND BY

VESNA OPzV combina los beneficios de la tecnología de recombinación (es decir, prácticamente sin mantenimiento debido a sus muy bajas emisiones de gas) además de las ventajas de las baterías convencionales abiertas con placas positivas tubulares (es decir, de larga vida y excelente ciclo-bilidad).



Las baterías estacionarias del tipo OPzV se fabrican según la norma DIN 40742, EN 61427 y IEC 60896-1 y sus reglamentos.

OPzV elementos 2V

Diseño

PLACAS POSITIVAS TUBULARES

- Construidas con rejillas especiales, fundición de aleación libre de antimonio, con bolsas altamente porosas que retienen la materia activa.

PLACAS NEGATIVAS EMPASTADAS

- Perfecta consistencia con las placas positivas

ELECTROLITO

- Estructura Gel

SEPARADORES

- Extremadamente de alta porosidad y baja resistencia interna.

MONOBLOCS Y TAPAS

- Fabricado en material plástico (ABS). También disponible en material ignífugo ABS como opción (según IEC 707 FV0)

TERMINALES

- Terminal hembra (M10) tratado. Perfecto contacto y baja resistencia con cables de conexión flexibles

TERMINALES SELLADOS

- Evita las fugas de ácido y la corrosión en los terminales

CONECTORES

- Cables de conexiones flexibles, totalmente aislados y atornillados (con 20 ± 1 Nm) al terminal con un tornillo aislado que tiene un orificio en la parte superior para la medición eléctrica

VALVULA DE ESCAPE

- Abre en baja presión y está equipada con material anti-deflagración para evitar llamas de fuego

Instalación

LOS ACUMULADORES SE INSTALAN NORMALMENTE EN POSICIÓN VERTICAL SOBRE SOPORTES.

Carga

TENSIÓN DE FLOTACIÓN

- En sistema de espera 2,25 V / celda

RECARGA

- Tensión máxima de 2,35 a 2,40 V / celda con una intensidad máxima de 0,25 C10 (A)

Datos operativos

VIDA ÚTIL

- Hasta 15 años

AUTODESCARGA

- Aprox. 3% por mes a 20°C

TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO

- -20°C a 55°C, se recomienda su uso entre 10°C a 30°C

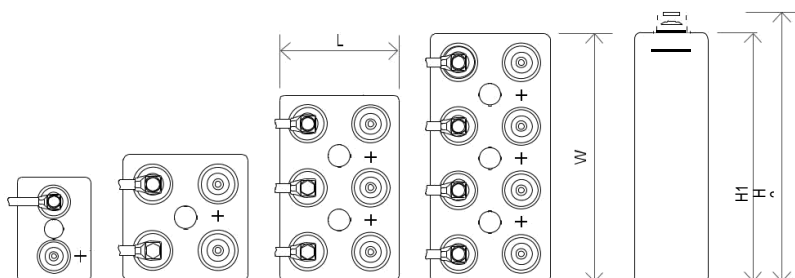
PRUEBAS DE CUERDO A NORMAS

- Las baterías estacionarias del tipo OPzV se fabrican según la norma DIN 40742, EN 61427 y IEC 60896-1 y sus reglamentos.

3 AÑOS DE GARANTÍA AL 100%

- Stock inmediato de todas las referencias.
- 5 almacenes logísticos (Madrid, Barcelona, Valencia, Mallorca y Canarias).
- Línea de producción independiente y preferente.

Tipo de celda	VOLTAJE (V)	LxWxH (mm)	Peso (Kg) vacío / lleno	C10 (Ah) Uf=1.80V at 20°C	C100 (Ah) Uf=1.85V at 25°C
4 OPzV 200	2	103x206x354/380	19	204	243
5 OPzV 250	2	124x206x354/380	23	255	303
6 OPzV 300	2	145x206x354/380	28	306	364
5 OPzV 350	2	124x206x471/496	31	357	425
6 OPzV 420	2	145x206x471/496	36	429	511
7 OPzV 490	2	166x206x471/496	41	500	595
6 OPzV 600	2	145x206x643/688	49	612	728
8 OPzV 800	2	210x191x664/669	65	816	971
10 OPzV 1000	2	210x233x646/671	80	1020	1214
12 OPzV 1200	2	210x275x665/670	93	1251	1489
12 OPzV 1500	2	210x275x796/281	115	1530	1821
16 OPzV 2000	2	214x399x771/796	155	2040	2428
20 OPzV 2500	2	214x487x769/794	200	2550	3035
24 OPzV 3000	2	214x576x771/796	235	3060	3641



EasySolar 3 kVA & 5 kVA con Color Control panel

La solución de energía solar todo en uno



EasySolar 3 kVA

El EasySolar combina un controlador de carga solar MPPT, un inversor/cargador y un distribuidor

CA en un solo dispositivo.

El producto se instala fácilmente, con un mínimo de cableado.

Panel Color Control

Dos funciones excepcionales:

- Prioriza la carga de la batería mediante el controlador de carga MPPT
- Se conecta a Internet, permitiendo el seguimiento a distancia (sitio web VRM) y el control remoto.

Distribuidor CA

El distribuidor CA consiste en un RCD (30 mA/16 A) y cuatro salidas CA protegidas por dos disyuntores de 10 A y dos de 16 A.

Una de las salidas de 16 A está controlada por la entrada CA: sólo se activará cuando haya CA disponible.

PowerAssist

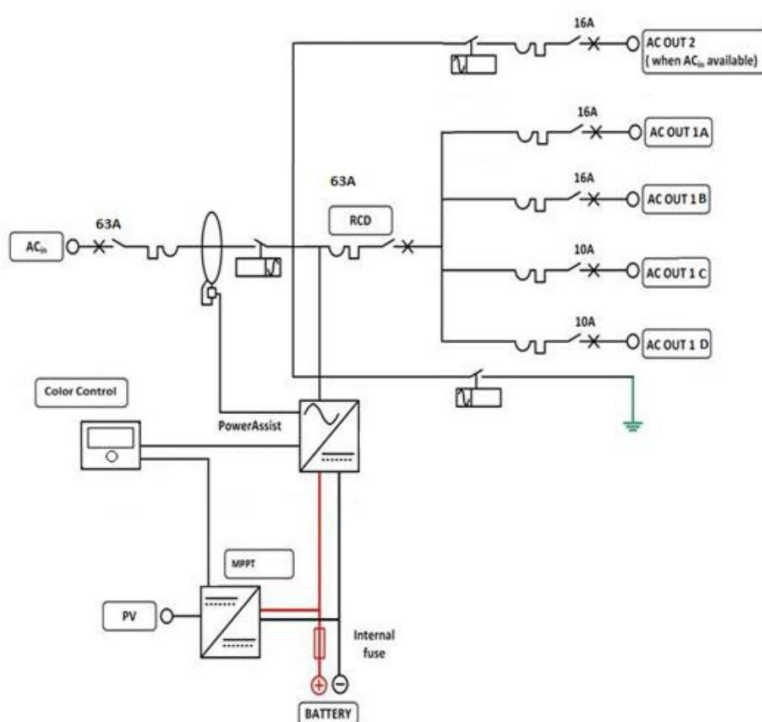
Nuestra exclusiva tecnología PowerAssist protege la alimentación de la red o del generador de una sobrecarga añadiendo potencia adicional del inversor cuando se necesite.

Software exclusivo para aplicaciones solares

Hay varios programas informáticos (Asistentes) disponibles que ayudan a configurar el sistema para aplicaciones tanto autónomas como conectadas a la red. Consulte <http://www.victronenergy.nl/support-and-downloads/software/>



EasySolar 5 kVA



	EasySolar 24/3000/70-50 MPPT150/70 Inversor/cargador	EasySolar 48/3000/35-50 MPPT150/70	EasySolar 48/5000/70-100 MPPT150/100
Conmutador de transferencia	50A	50A	100A
INVERSOR			
Rango de tensión de entrada	19 – 33V	38 – 66V	38 – 66V
Salida "reforzada" de CA 0	16 A		
Salida AC-1, 2, 3	Tensión de salida: 230 V CA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)		
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)	3000VA / 2400W	3000VA / 2400W	5000VA / 4000W
Potencia cont. de salida a 40 °C	2200W	2200W	3700W
Potencia cont. de salida a 65°C	1700W	1700W	3000W
Pico de potencia	6000W	6000W	10000W
Eficacia máxima	94%	95%	95%
Consumo en vacío	20W	25W	35W
Consumo en vacío en modo búsqueda	10W	12W	15W
CARGADOR			
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1		
Tensión de carga de "absorción"	28,8V	57,6V	57,6V
Tensión de carga de "flotación"	27,6V	55,2V	55,2V
Modo almacenamiento	26,4V	52,8V	52,8V
Corriente de carga	70A	35A	70A
Sensor de temperatura de la batería	si		
Relé programable (5)	si		
Protección (2)	a - g		
Controlador de carga solar			
Modelo	MPPT 150/70-MC4	MPPT 150/70-MC4	MPPT 150/100-MC4
Corriente máxima de salida	70A	70A	100A
Potencia FV máxima, 6a,b)	2000W	4000W	5800W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150V		
Eficacia máxima	98%		
Autoconsumo	10mA		
Tensión de carga de "absorción", por defecto	28,8V	57,6V	57,6V
Tensión de carga de "flotación", por defecto	27,6V	55,2V	55,2V
Algoritmo de carga	variable multietapas		
Compensación de temperatura	-16 mV / °C	-32 mV / °C	-64 mV / °C
Protección	a – g		
CARACTERÍSTICAS COMUNES			
Rango de temp. de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador)		
Humedad (sin condensación):	max 95%		
CARCASA			
Material y color	aluminio (azul RAL 5012)		
Tipo de protección	IP 21		
Conexión de la batería	Cuatro pernos M8 (2 más y 2 conexiones menos)		
Conexión FV	Dos juegos de conectores FV MC4		Tres juegos de conectores FV MC4
Conexión 230 V CA	terminales de tornillo 13 mm ² (6 AWG)		
Peso	28kg	28kg	48kg
Dimensiones (al x an x p)	810 x 258 x 218	810 x 258 x 218	877 x 328 x 241
ESTÁNDARES			
Seguridad	EN 60335-1, EN 60335-2-29, EN 62109-1		
Emisiones/Normativas	EN 55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3, EN 61000-6-3, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1		
Anti-islanding	Consulte nuestro web		
1) Puede ajustarse a 60 Hz y a 240 V 2) Protección a. Cortocircuito de salida b. Sobrecarga c. Tensión de la batería demasiado alta d. Tensión de la batería demasiado baja h. Temperatura demasiado alta f. 230 V CA en la salida del inversor g. Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta g.	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 °C ambiente 5) Relé programable configurable como alarma general, subtensión CC o señal de arranque para el generador		

miércoles, 30 de mayo de 2018

ESCUELA EN GAMBIA 90 ALUMNOS

Proyecto de bombeo solar

Parámetro

Lugar:	Gambia, Serekunda (13° Norte; 17° Oeste)	Temperatura del agua:	25 °C
Rendimiento diario requerido:	3,0 m³; Dimensionamiento para Marzo	Pérdida por suciedad :	5,0 % Cable motor: 30 m
Tipo de tubería:	plastic, drawn/pressed, new: 0,007 mm	Altura estática:	25 m Longitud de tubería: 35 m

Productos

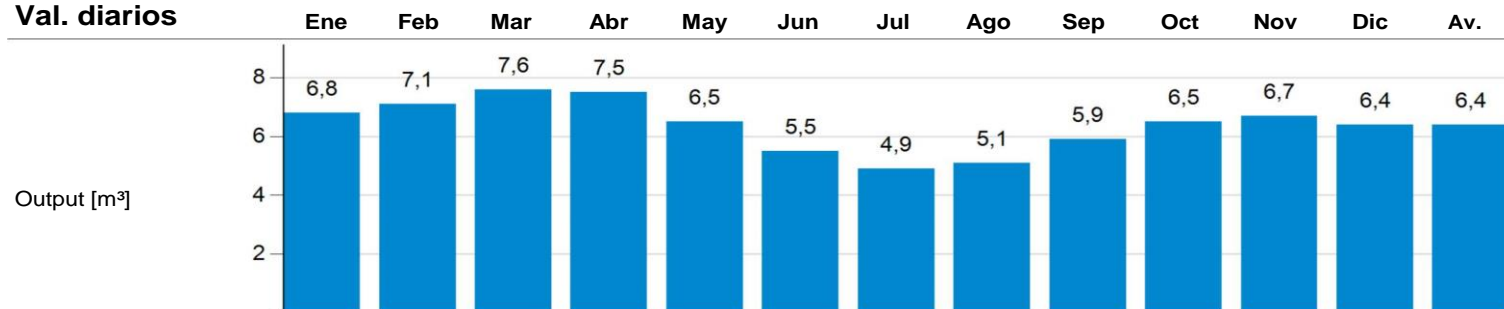
Cantidad Detalles

PS2-150 AHR-07S-3	1 pz. Sistema de bomba sumergible, incluido regulador con DataModule, motor y extremo de la bomba
CANADIAN 275-60	1 pz. 275 Wp; 1 x 1 módulos PV; 15 ° inclinado
Cable motor	30 m 6 mm² Cable trifásico para la corriente y cable monofásico para la conexión a tierra
Tubería	35 m 30 mm (diámetro interior) Tubería
Accesorios	1 conjunto Well Probe, Float Switch, Surge Protector, PV Disconnect 440-40-1

Rendimiento diario en Marzo

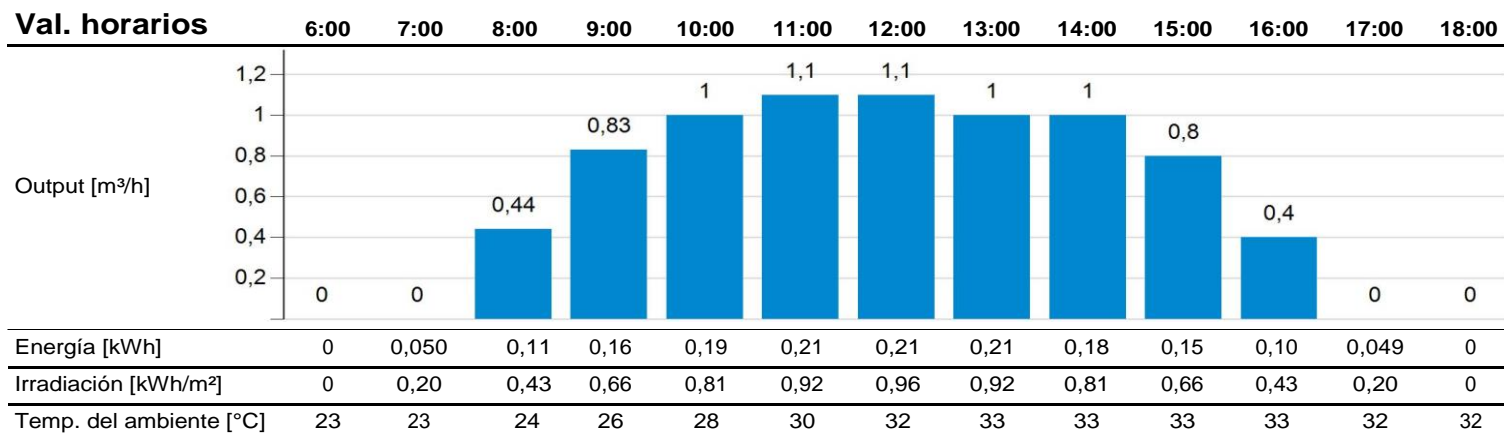
7,6 m³

Val. diarios



Energía [kWh]	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
Irradiación [kWh/m²]	6,0	6,3	7,0	7,0	6,0	5,3	5,1	5,1	5,5	5,9	6,0	5,7	5,9
Precipitación [mm]	0,033	0	0	0	0,10	2,0	6,7	10	7,4	2,1	0,13	0,033	2,4
Temp. del ambiente [°C]	26	27	28	28	28	28	27	26	26	28	29	27	27

Val. horarios



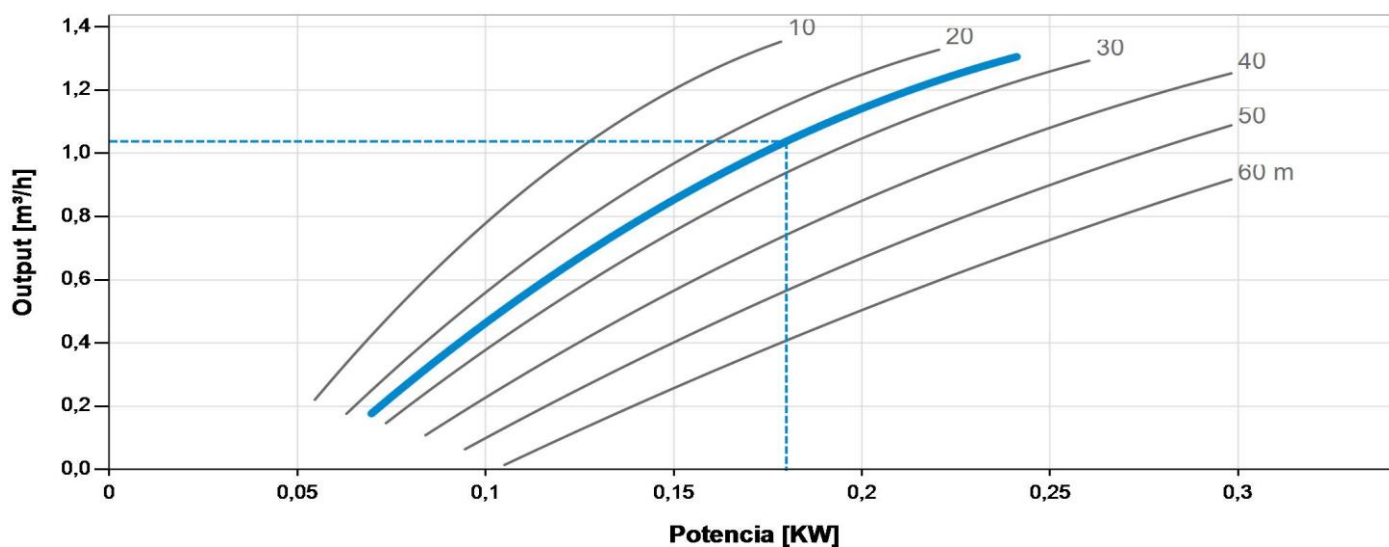
Energía [kWh]	0	0,050	0,11	0,16	0,19	0,21	0,21	0,21	0,18	0,15	0,10	0,049	0
Irradiación [kWh/m²]	0	0,20	0,43	0,66	0,81	0,92	0,96	0,92	0,81	0,66	0,43	0,20	0
Temp. del ambiente [°C]	23	23	24	26	28	30	32	33	33	33	33	32	32

miércoles, 30 de mayo de 2018

ESCUELA EN GAMBIA 90 ALUMNOS

Proyecto de bombeo solar

Característica del sistema



			Min.	800 W/m², 20 °C	Max./STC*
Generador PV	Temperatura de celda	[°C]		46	25
	Pérdida de temperatura	[%]		8,6	-
	Pérdida por suciedad	[%]		5,0	-
	Pmax	[Wp]		191	275
	Vmp	[V]		28	31
	Imp	[A]		6,7	9
	Voc	[V]		35	38
	Isc	[A]		7,2	9
	Pout	[W]		190	-
	Vout	[V]		29	-
	Iout	[A]		6,5	-
Cable motor	Pérdida de potencia	[%]	2,8	4,0	11
Sistemas de bombeo	Potencia motor	[W]	70	180	241
	Voltaje motor	[V EC]	10	28	38
	Corriente motor	[A]	6,3	6,5	6,8
	Revoluciones motor	[rpm]	652	2.665	3.290
	Flujo	[m³/h]	0,18	1,0	1,3
	Eficiencia	[%]	16	38	38
Tubería	Velocidad de flujo	[m/s]	0,070	0,41	0,51
	Pérdida por fricción	[m]	0,009	0,29	0,44

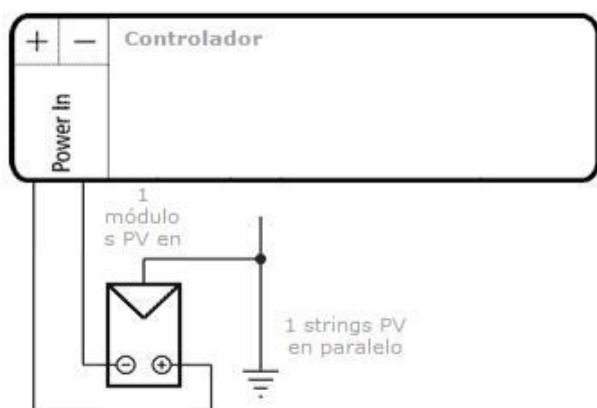
*STC: Condiciones estándares de prueba: 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C

miércoles, 30 de mayo de 2018

ESCUELA EN GAMBIA 90 ALUMNOS

Proyecto de bombeo solar

Diagrama de cableado

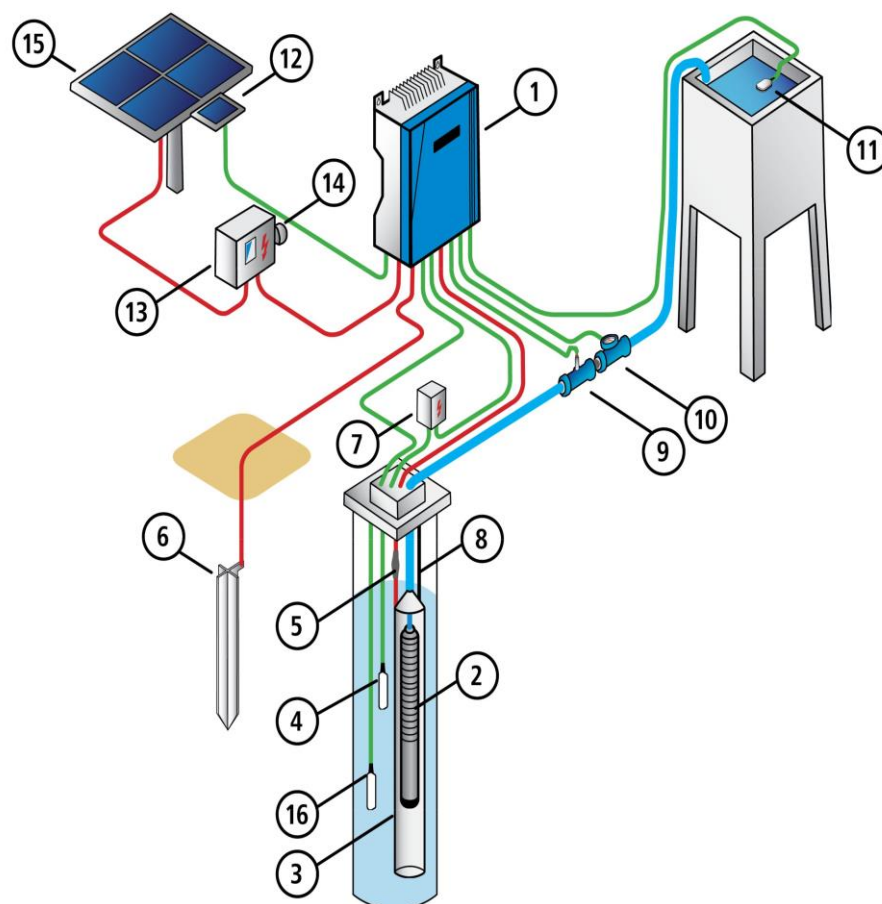


miércoles, 30 de mayo de 2018

ESCUELA EN GAMBIA 90 ALUMNOS

Proyecto de bombeo solar

System Layout



1: PS2 Controller

2: Submersible Pump

3: Flow Sleeve

4: Well Probe

5: Cable Splice Kit

6: Grounding Rod

7: Surge Protector*

8: Safety Rope

9: Water Meter

10: Pressure Sensor

11: Float Switch

12: Sun Switch

13: PV Disconnect

14: Lightning Surge Protector

15: PV Generator

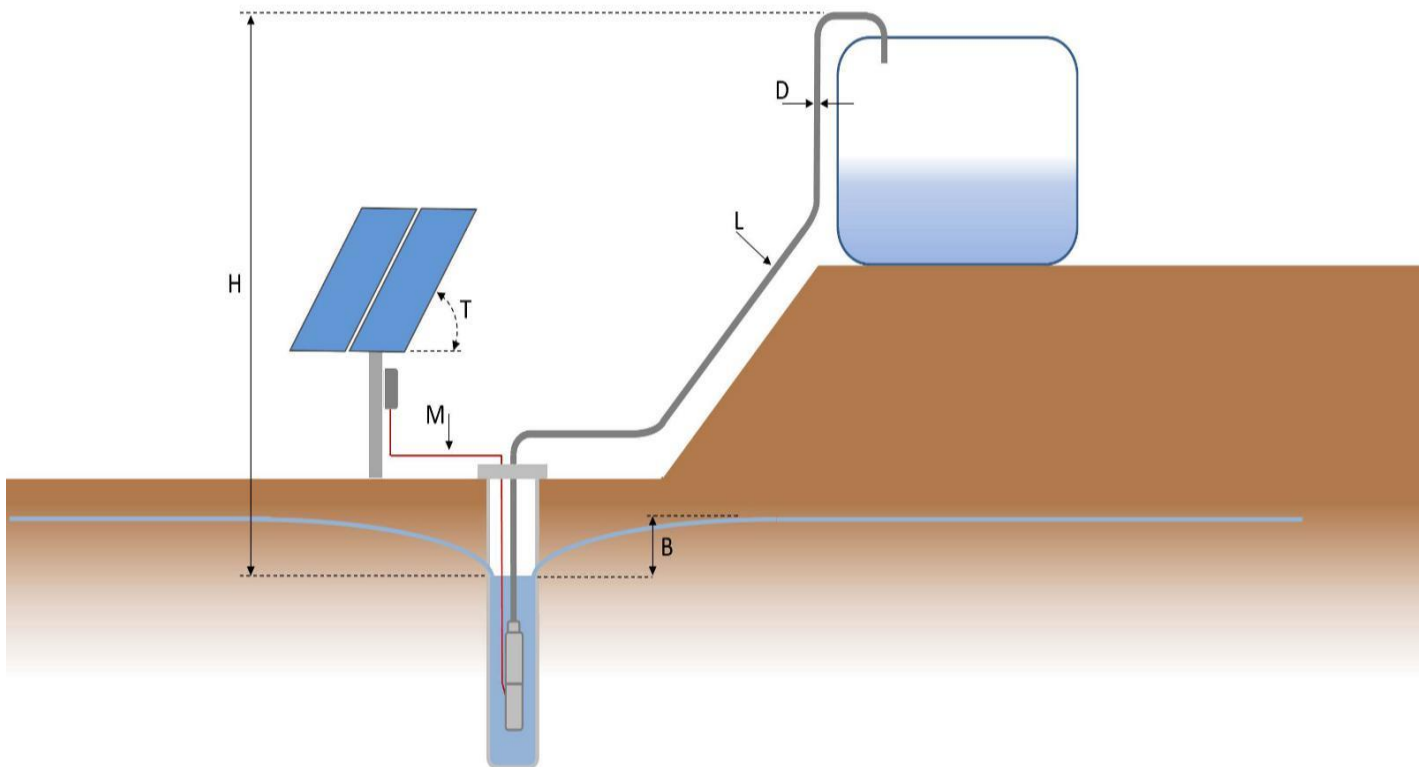
*Se recomienda instalar una protección frente a sobreimpulsos en la entrada de cada sensor de control.

miércoles, 30 de mayo de 2018

ESCUELA EN GAMBIA 90 ALUMNOS

Proyecto de bombeo solar

Diseño



H (Altura estática):	Altura vertical desde el nivel dinámico de agua en el pozo hasta el punto de entrega más elevado.
B (Descenso de nivel):	Diferencia de nivel dependiente del caudal y tasa de recuperación del pozo.
D (Diámetro interior de la tubería)	
L (Longitud de tubería):	Tubería entera desde salida-bomba hasta el punto de consumo; fittings y grifería deben ser agregados como equivalentes de longitud de tubería.
M (Cable motor):	Cable entre regulador y unidad de bomba.
T (Ángulo de inclinación):	Ángulo entre el generador PV y superficie horizontal.

PS2-150 AHR-07S

Sistema de bomba inmersa para pozos de 3,5"

Gama de sistemas

Altura max. 60 m
Flujo max. 1,4 m³/h

Datos técnicos

Controlador PS2-150

- ✓ Controlar y supervisar
- ✓ Entradas de control para protección contra operación en seco, control remoto, etc.
- ✓ Protegido contra polaridad reversa, sobre carga y temperatura excesiva
- ✓ MPPT (Maximum Power Point Tracking) integrado
- ✓ Funcionamiento con batería: protección integrada contra descarga total

Potencia max. 0,30 kW
Voltaje de entrada max. 50 V
Óptimo Vmp** > 17 V
Corriente motor max. 22 A
Eficiencia max. 98 %
Temp. del ambiente -40...50 °C
Modo de protección IP68

Motor ECDRIVE 150-AHR-S

- ✓ Motor CD sin escobillas - libre de mantenimiento
- ✓ Llenada de agua
- ✓ Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304
- ✓ Sin elementos electrónicos en el motor

Potencia nominal 0,3 kW
Eficiencia max. 92 %
Revoluciones motor 600...3.300 rpm
Clase de aislamiento F
Modo de protección IP68
Inmersión max. 150 m

Cabeza de bomba PE AHR-07S***

- ✓ Válvula no retorno
- ✓ Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304/316
- ✓ Opcional: protección contra operación en seco
- ✓ Bomba helicoidal

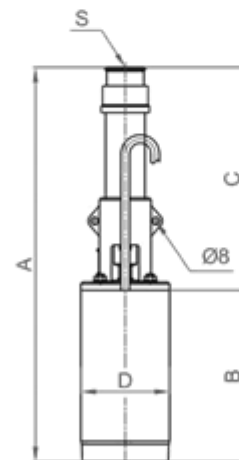
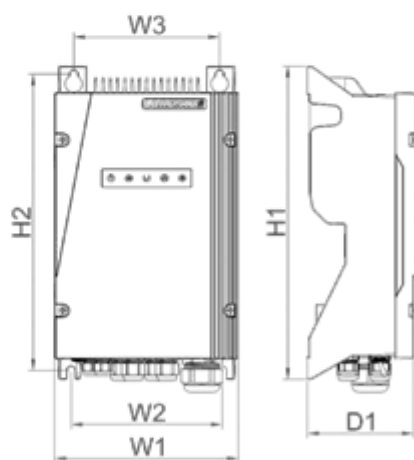
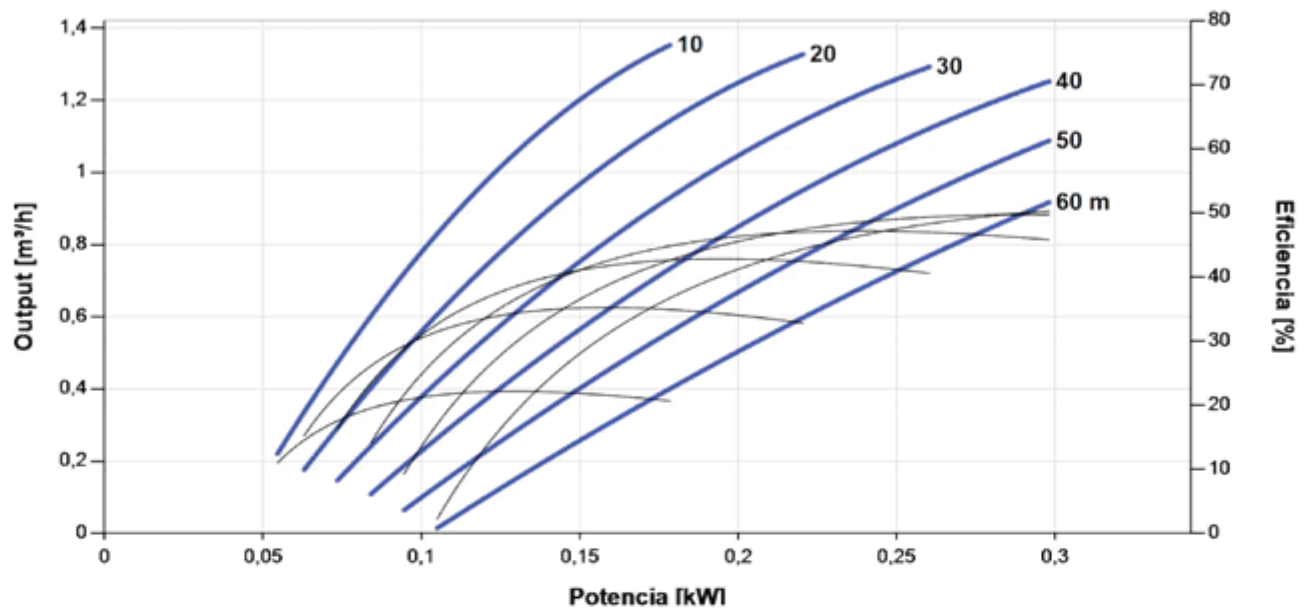
Eficiencia max. 55 %



Undidad de bomba PU150 AHR-07S (Motor, Cabeza de bomba)

Diámetro de perforación min. 3,5 in
Temperatura del agua max. 50 °C





Well Probe

Mechanically Activated Device for Dry Run Protection in Applications with LORENTZ Solar Pump Systems

The switch can be used to detect the water level within a well. When the water level in the well dropped below the level of the well probe, the LORENTZ Controller will stop the pump and indicates Source Low LED.

ORDER INFORMATION

- **Item no.:** 19-000000 **product name:** Well probe sensor

FEATURES

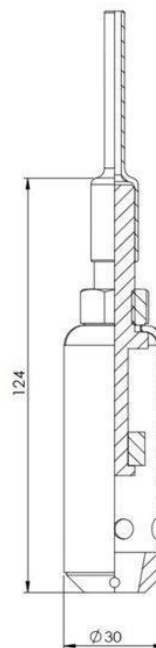
- Reliable dry run protection
- Simple to install
- Trouble free operation
- Corrosion-free
- Splicing kit included

TECHNICAL DATA

- Max. operating temperature 55 °C
- Enclosure class: IP68
Submersion depth: max 50 m
- Cable length: 1.5m
- Wire size: 2x 0.75mm² or AWG 19, waterproofed
- Mounted in vertical position
- Meets the requirements for CE

DIMENSION/WEIGHT

- Packaging dimensions: 260 x 170 x 40 mm
10.3 x 6.7 x 1.6 in
- Total weight: 0.1 kg / 0.2 lbs



Float Switch

Mechanically Activated Device for Water Level Detection in Applications with LORENTZ Solar Pump Systems

The switch can be used to detect the water level within a tank. When the water level in the tank reaches the maximum, the LORENTZ Controller will stop the pump and indicates Tank Full LED.

ORDER INFORMATION

- **Item no.:** 19-000030 **product name:** Float Switch

FEATURES

- **N.O.** (normally open) and **N.C.** (normally closed) function
- Reliable water level detection
- Simple to install
- Trouble free operation
- Not sensitive to rotation
- Corrosion-free

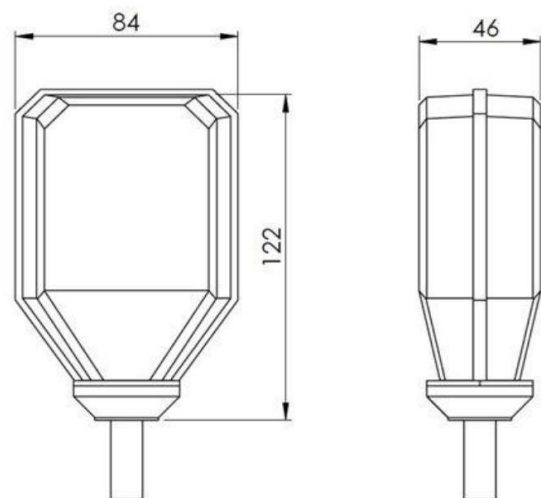


TECHNICAL DATA

- Operating temperature: -10°C to 55°C
- Storage temperature: -10°C to 55°C
- Enclosure class: IP68
- Cable length: 3m, waterproof
- Wire size: 3x 1.0mm² or AWG 18
- Meets the requirements for CE

DIMENSION/WEIGHT

- Packaging dimensions: 230 x 160 x 55 mm
9.1 x 6.3 x 2.2 in
- Total weight: 0.8 kg / 1.8 lbs



Surge Protector

Device to Protect LORENTZ Pump Accessories from Voltage Spikes

ORDER INFORMATION

- Item no.: 19-000280 **product name:** Surge Protector

FEATURES

- Reliable surge protection for all LORENTZ pump accessories
- Can be installed inside the PS Controller

TECHNICAL DATA

- Max. voltage: 14 VDC
- Max current 8/20 μ s: 500 A
- Enclosure class: IP65
- Ambient temperature: max. 50°C
- Wire size: 2x 1.5mm² or AWG 16
- Meets the requirements for CE

DIMENSION/WEIGHT

- dimensions: 2.8 x 1.8 x 0.8 in
- Total weight 0.1 kg / 0.2 lbs



Packing
70 x 45 x 20 mm

P-40-1

V Box with DC Disconnect Switch and optional lightning surge protection

ORDER INFORMATION

- D**
- Item no.: 19-000137 product name: PV Disconnect 440-40-1
 - Item no.: 19-002120 product name: MNSPD-115
 - Item no.: 19-002130 product name: MNSPD-300
 - Item no.: 19-002140 product name: MNSPD-600

Lightning surge protectors must be ordered separately

S FEATURES

- C**
- Designed for PS150 – PS4000
 - For professional installation of pumping systems

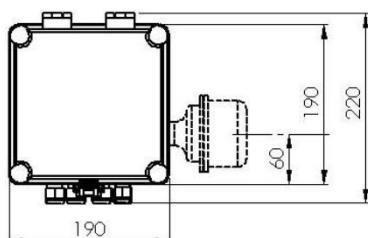
n TECHNICAL DATA

- n**
- DC rated disconnect switch enclosed
 - Enclosure class IP 54
 - Meets the requirements for CE

PV Disconnect 440-20-1

Max. voltage	440 V DC
Max. current	40 A
String cable size	4 - 10 mm ²
Output cable size	4 - 10 mm ²

t DIMENSION/WEIGHT [mm]



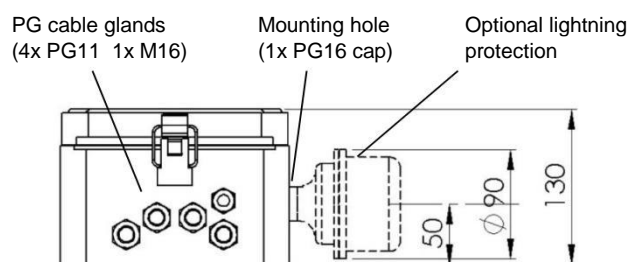
Optional lightning surge protector

- Connects through an existing mounting hole in the PV connect housing
- Proper grounding of the device is mandatory to achieve protection

Controller

MidNite surge protector

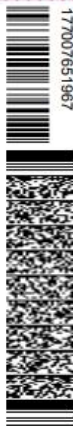
PS150 – PS200	MNSPD115
PS600 – PS1800	MNSPD300
PS4000	MNSPD600



Net. Weight: 1,4kg (+0,35kg)

FERIA DE MADRID
13 - 15 JUNIO / JUNE, 2018
HORARIO / OPENING HOURS:
 De 10:00 a 19:00h / From 10 a.m. to 7 p.m.


IFEMA
Ferias de Madrid
 Esta tarjeta contiene sus datos codificados y pueden entregarse a los Expositores que cuenten con lector de datos en su stand / This card contains your encoded details and may be submitted to exhibitors who have data readers fitted on their stands.
 Esta tarjeta contiene sus datos codificados y pueden entregarse a los Expositores que cuenten con lector de datos en su stand / This card contains your encoded details and may be submitted to exhibitors who have data readers fitted on their stands.



TOLEDO

IGNACIO ARENA CARRERA

GE

genera
VISITANTE PROFESIONAL
TRADE VISITOR

13. ANEXO 2.

FOTOS PROPIAS

DEL PROYECTO









PLAYING GAMBIA

2018/C7046

Basori – Gambia

Contacto: Batuwo Fatty Tel: +220 9331197

CLIENTE BET SOLAR
ALBARAN 2018/C7046
N° DE PALET
2 / 3







PLAYING GAMBIA
2018/C7046
Basori – Gambia
Contacto: Batuwo Fatty Tel:+220 9331197

vikramsolar

www.vikramsolar.com

60
CELL











SOPORTE PLACAS SOLARES V.2

La instalación tendrá 15 placas fotovoltaicas, divididas en grupos de 6 y 9.

Se construirán de sección $30 \times 30 \times 2$ y contará de 10 Bastidores unidos por dos los tubos transversales.

$$\begin{aligned} L_1 &= 830 \text{ mm} \\ L_2 &= 1100 \text{ mm} \\ L_3 &= 1115 \text{ mm} \\ L_4 &= 1005 \text{ mm} \\ L_5 &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$L_1 = 4210 \times 10 = 42100 \text{ mm}$$

8 BARRAS $30 \times 30 \times 2$

D4000

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15			

